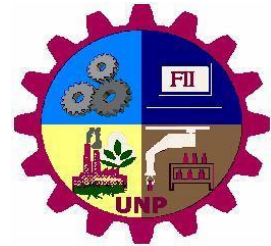


UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECATRÓNICA.



PROYECTO DE TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL
DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL
CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS
PARA LA EMPRESA QUIMPAC S.A. - PARAMONGA PERU.
2018”**

Presentada por:

Br. Kelly Yanet Pérez López

Asesor:

Msc. Fernando Madrid Guevara.

Línea de investigación:

INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Sub Línea de investigación:

AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

PIURA, PERÚ

2018

“AÑO DEL DIÁLOGO Y RECONCILIACIÓN NACIONAL”

Quien suscribe, (Fernando Madrid Guevara, Msc), con Documento Nacional de Identidad N°02858742, mediante la presente manifiesto que he leído y revisado de manera detallada el proyecto de investigación titulado: “Diseño de un sistema de automatización del despacho del ácido clorhídrico para mejorar el control de entrega en los camiones cisternas para la empresa Quimpac S.A.”, presentado por la tesista Bach. Kelly Yanet Pérez López, identificada con Documento Nacional de Identidad N°46975776, egresado de la carrera profesional de Ingeniería Mecatrónica, para optar el título profesional de Ingeniero Mecatrónica.

En mi condición de asesor, considero que el mencionado proyecto, cumple con lo establecido en el Reglamento de Tesis para optar el título profesional en la UNP y recomienda su ejecución, por lo que me comprometo a asesorar hasta la sustentación y publicación, si fuera el caso.

Piura-Perú, 23, Julio, 2018.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Madrid G.', is positioned above a solid horizontal line.

Msc. FERNANDO MADRID GUEVARA.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA.**

TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL
DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL
CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS
PARA LA EMPRESA QUIMPAC S.A. - PARAMONGA”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

ASESOR:



Msc. FERNANDO MADRID GUEVARA.

TESISTA:



BR. KELLY YANET PÉREZ LÓPEZ.

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS

Yo; Kelly Yanet Pérez López identificado con DNI 46975776, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería Industrial y domiciliado en Av. Marcavelica Mz: C-20 Provincia de Piura Departamento de Piura Celular: 940222470 Email: kellyyperezl@gmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que la tesis que presento es original e inédita, no siendo copia parcial ni total de una tesis desarrollada, y/o realizada en el Perú o en el extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciona, me sujeto a los alcances de lo establecido en el Art. N° 411, del código penal concordante con el Art. 32 de la ley N° 27444, y ley del procedimiento administrativo general y las Normas legales de protección a los derechos del autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 23 de julio del 2018



46975776

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

TESIS

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL
DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL
CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS
PARA LA EMPRESA QUIMPAC S.A. - PARAMONGA”**

Línea de Investigación:

INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

JURADO



DR. JUAN IGNACIO QUISPE NEYRA
PRESIDENTE



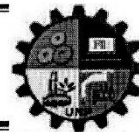
DR. LUCIANO CASTILLO TORRES
SECRETARIO



MBA. JORGE FLORENTINO MA SAN ZAPATA
VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DECANATO



ACTA DE EVALUACIÓN Y SUSTENTACIÓN DE TESIS

Expediente N° 1407 / 2017

Los miembros del Jurado Calificador Ad-Hoc de la Sustentación de Tesis nombrado con Resolución N° 090-CF-FII-UNP-17 de fecha 12/07/2017 que suscriben, se reunieron en acto público en la sala de exposiciones de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Piura, el día **31 de Octubre del 2018** a las **12:00 pm**, para evaluar la defensa de la Tesis titulada **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS PARA LA EMPRESA QUIMPAC S.A. - PARAMONGA"**, presentada por la Bachiller **KELLY YANET PÉREZ LÓPEZ** y asesorada por el **MSc. FERNANDO MADRID GUEVARA**.

Después de haber calificado el Informe Final de la Tesis, escuchada la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado, se le declara ...APROBADA... para optar el Título de **INGENIERO MECATRONICO** con el puntaje de ...76... que corresponde al calificativo de

MUY BUENO



Jurado	Calificación			
	Presidente	Secretario	Vocal	Puntaje Promedio
Documento (Max 60 puntos)	38	46	45	43
Sustentación (Max 40 puntos)	29	33	36	33
PUNTAJE TOTAL				76

En consecuencia, la sustentanta queda en condición de recibir el Título Profesional que se indica, conferido por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura de conformidad con las Normas Estatutarias y la Ley Universitaria en vigencia.

Ciudad Universitaria, 31 de Octubre del 2018

Dr. JUAN IGNACIO QUISPE NEYRA	Dr. LUCIANO CASTILLO TORRES	MBA. JORGE FLORENTINO MA SAN ZAPATA
PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL

DEDICATORIA

A DIOS.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A MIS PADRES.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, al Ing. Fernando Madrid Guevara mi Asesor quien me apoyo en todo momento en la realización de esta tesis. También, a todas las personas que me dieron sus indicaciones e ideas cuando se me presentaron dificultades en el desarrollo de este proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	vii
AGRADECIMIENTOS.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.....	2
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2.1 Pregunta general.....	3
1.2.2 Pregunta específica.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.2 BASES TEÓRICAS.....	8
2.2.1 Ácido clorhídrico.....	8
2.2.1.1 Obtención del ácido clorhídrico.....	9
2.2.1.2 Usos del ácido clorhídrico.....	9
2.2.1.3 Industria farmacéutica. Peligros del ácido clorhídrico.....	10
2.2.2 Sistemas automáticos de control.....	10
2.2.2.1 Términos de control.....	11
2.2.2.2 Sistema de control de lazo abierto y características.....	11
2.2.2.3 Sistema de control de lazo cerrado.....	12
2.2.3 Controlador lógico programable (PLC).....	14

2.2.3.1	Arquitectura interna.....	15
2.2.3.2	Características del PLC.	17
2.2.3.3	Programación de un PLC.	17
2.2.3.4	Programa y lenguaje de programación.	18
2.2.3.5	Lenguaje Ladder.	19
2.2.3.6	Variables internas y bits de sistema.....	20
2.2.4	Sensores y transductores.	21
2.2.4.1	Estructura y principio de funcionamiento de un sensor.	21
2.2.5	Medidores volumétricos.....	22
2.2.5.1	Principios de medición de los medidores volumétricos.	22
2.2.5.2	Medidores de caudal electromagnéticos.....	24
2.2.6	Válvulas.	25
2.2.6.1	Válvulas solenoides.	26
2.2.6.2	Válvula con posicionador electroneumático.	27
2.2.7	Selección.	28
2.2.7.1	Consideraciones generales.....	29
2.2.7.2	Dimensionamiento.....	30
2.2.8	Interfaz Hombre Maquina (HMI).	33
III:	MARCO METODOLÓGICO.	35
3.1	ENFOQUE Y DISEÑO.	35
3.1.1	Enfoque.....	35
3.1.2	Diseño.	35
3.2	SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN.	35
3.3	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.	35
3.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	37
3.5	ASPECTOS ÉTICOS.	37
IV:	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	37
4.1	CONTROL DEL TOTALIZADO DEL FLUIDO QUE INTERVIENE EN EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE LA SELECCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.	38
4.1.1	Resultados.....	39
4.1.1.1	Descripción del proceso actual.	39
4.1.1.2	Descripción de los elementos del sistema actual.	40
4.1.1.1	Proceso que se desea implementar.	43

4.1.1.2	Diagrama de flujo de la operación en modo automático.....	45
4.1.1.3	Selección de componentes para el sistema de control automático.....	45
4.1.1.4	Resumen de los equipos seleccionados	68
4.1.2	Discusión.....	70
4.2	ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR CON LOS ENCLAVAMIENTOS DE SEGURIDAD NECESARIOS PARA GARANTIZAR LA CORRECTA AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO.	71
4.2.1	Resultados.	71
4.2.1.1	Mapeo de variables.	71
4.2.1.2	Software de programación.	73
4.2.1.3	Configuración del PLC.....	74
4.2.1.4	Programación del PLC (Bloques FB y FC).....	76
4.2.2	Discusión.....	84
4.3	CONFIGURACIÓN PARA EL MONITOREO DEL PROCESO MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN DEL HMI.	85
4.3.1	Resultados.	85
4.3.1.1	Pantalla Línea 1/Línea 2.....	85
4.3.1.2	Pantalla Mantenimiento.....	87
4.3.1.3	Pantalla General.....	89
4.3.1.4	Sincronización fecha y hora entre el PLC y HMI.	90
4.3.1.5	Administración de usuarios.	90
4.3.1.6	Pantalla Reporte.....	91
4.3.1.7	Pantalla Alarmas.....	91
4.3.2	Discusión.....	92
4.4	REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y SIMULACIONES DEL PROCESO PARA VERIFICAR EL PROGRAMA DEL PLC Y CONFIGURACIÓN DEL HMI.	93
4.4.1	Resultados.	93
4.4.1.1	Simulación de actualización de fechas en el PLC y visualización en el HMI.....	93
4.4.1.2	Simulación de funcionamiento en modo automático	94
4.4.1.3	Simulación de funcionamiento en modo manual.	100
4.4.1.4	Simulación de funcionamiento registro de reportes.	103
4.4.2	Discusión.....	103

4.5 ANÁLISIS DE LOS COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.	104
4.5.1 Resultados.	104
4.5.1.1 Costos directos.....	104
4.5.1.2 Costo de la mano de obra directa (CMOD).....	104
4.5.1.3 Costo de materiales y elementos de la máquina (CMEM).	106
4.5.1.4 Costo de gastos indirectos (PGI).	108
4.5.1.5 Costo total de gastos del proyecto.	108
4.5.2 Discusión.....	109
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES.	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	113
ANEXOS.....	116

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 2.1: Sistema de control de lazo abierto.	12
Figura 2.2: Sistema de control lazo cerrado.	12
Figura 2.3: Elementos de un sistema de control lazo cerrado.	14
Figura 2.4: Módulo PLC Siemens.	15
Figura 2.5: Arquitectura interna de un PLC.	16
Figura 2.6: Optocoplador.	17
Figura 2.7: Flujómetro electromagnético	22
Figura 2.8: Principio del funcionamiento de caudal electromagnético.	24
Figura 2.9: Válvula solenoide o electroválvula.	26
Figura 2.10: Electroválvula 4/2 a) Estructura interna b) símbolo.	27
Figura 2.11: Válvula con posicionador.	28
Figura 2.12: HMI KTP1000	34
Figura 4.1: Esquema del sistema actual.	40
Figura 4.2: Bombas de descarga de las líneas 1 y 2 respectivamente.	41
Figura 4.3: Válvula de recirculación.	42
Figura 4.4: Diagrama de flujo del proceso en modo automático.	46
Figura 4.5: Diagrama de instrumentación PID.	47
Figura 4.6: Actuadores neumáticos a) ADA doble efecto b) ASR simple efecto.	50
Figura 4.7: Posicionador electroneumático rotativo.	56
Figura 4.8: Caudalímetros electromagnéticos - Conversor de señal IFC 100.	58
Figura 4.9: Sensor de flujo OPTIFLUX 4000.	60
Figura 4.10: Final de carrera inductivo.	60
Figura 4.11: Sensor óptico de barrera MLV12	61
Figura 4.12: PLC Siemens CPU 1214C.	63
Figura 4.13: Interface Hombre Máquina KTP1000.	67
Figura 4.14: Interface Tia Portal V13 para programación del Step 7 y Wincc.	73
Figura 4.15: Selección de dispositivos.	74
Figura 4.16: Inserción del dispositivo seleccionado.	75
Figura 4.17: Configuración del IP del dispositivo	75
Figura 4.18: Esquema del bloque de programación FB	77
Figura 4.19: Diagrama de la señal de salida en rampa.	81
Figura 4.20: Configuración del bloque FB conversión AI.	81
Figura 4.21: Configuración del bloque FB conversión AO	82
Figura 4.22: Direccionamiento de señales digitales y analógicas	82
Figura 4.23: Esquema del bloque de integración	83
Figura 4.24: Pantalla Línea 1 Modo Manual.	86
Figura 4.25: Pantalla Línea 1 Modo Automático.	86
Figura 4.26: Pantalla Interlocks	87
Figura 4.27: Pantalla Mantenimiento 1	88
Figura 4.28: Pantalla Mantenimiento-válvula de despacho	89

Figura 4.29: Pantalla General – Sincronización reloj	90
Figura 4.30: Pantalla General – Usuarios.....	90
Figura 4.31: Pantalla Reporte.....	91
Figura 4.32: Pantalla Alarmas	92
Figura 4.33: Actualización fecha y hora HMI.....	94
Figura 4.34: Secuencia de inicio de funcionamiento automático.....	95
Figura 4.35: Cierre de válvula despacho al 20%.....	96
Figura 4.36: Cierre de válvula despacho al 0% fin de funcionamiento automático.....	96
Figura 4.37: Secuencia incompleta de despacho.....	97
Figura 4.38: Secuencia de inicio con flujo menor a 1T	98
Figura 4.39: Simulación de sensores YE100, YE200 y LSH100 Nivel Bajo en el PLC .	98
Figura 4.40: Simulación de apertura válvula ON/OFF en PLC	99
Figura 4.41: Simulación de cierre válvula ON/OFF en PLC	99
Figura 4.42: Simulación de apertura válvula posicionador en PLC.....	100
Figura 4.43: Funcionamiento manual.....	101
Figura 4.44: Bypass Válvula de Gas y Recirculación.....	102
Figura 4.45: Bypass Válvula de despacho	102
Figura 4.46: Registro de despacho	103

ÍNDICE DE CUADROS.

Cuadro 2.1: Símbolos básicos en la programación LADDER.....	19
Cuadro 2.2: Principios de medición de los medidores volumétricos	23
Cuadro 2.3: Constantes numéricas de “N”	32
Cuadro 4.1: Resultado de los antecedentes de la investigación.	38
Cuadro 4.2: Características de la bomba de descarga.	42
Cuadro 4.3: Características de las Válvulas ON/ OFF Seleccionadas.	49
Cuadro 4.4: Diámetro de la tubería de succión en función a la velocidad.....	52
Cuadro 4.5: Características de la válvula de control seleccionada.	55
Cuadro 4.6: Características eléctricas del posicionador.	57
Cuadro 4.7: Características de los PLC familia SIMATIC S7-1200.	63
Cuadro 4.8: Ficha técnica del PLC Siemens CPU 1214C.	64
Cuadro 4.9: Señales de entrada al PLC.....	65
Cuadro 4.10 : Señales de salida al PLC	65
Cuadro 4.11: Señales de entrada y salida analógicas.	66
Cuadro 4.12: Elementos del Tablero de control.	68
Cuadro 4.13: Válvulas para recirculación.	68
Cuadro 4.14: Válvulas para succión de gases.	69
Cuadro 4.15: Válvulas para despacho.	69
Cuadro 4.16: Transmisor de flujo.	69
Cuadro 4.17: Sensores de detección de cisternas.....	70
Cuadro 4.18: Mapeo de las variables para el control del proceso.....	71
Cuadro 4.19: Parámetros de control de entrada del bloque FB	76
Cuadro 4.20 : Parámetros de control de salida del bloque FB	77
Cuadro 4.21: Asignación de TAG a los actuadores	78
Cuadro 4.22: Parámetros de entrada del bloque FB para la válvula con posicionador ..	78
Cuadro 4.23: Parámetros de salida del bloque FB para la válvula con posicionador ..	79
Cuadro 4.24: Asignación de TAG a los actuadores	80
Cuadro 4.25: Parámetros del bloque FB Ramp	80
Cuadro 4.26: Configuración de los parámetros del Bloque de Integración.	83
Cuadro 4.27: Enclavamientos de seguridad.	84
Cuadro 4.28: Tiempo estimado en la implementación del proyecto	105
Cuadro 4.29: Costo de mano de obra.	105
Cuadro 4.30: Costo de materiales y equipos.	106
Cuadro 4.31: Costo de infraestructura.	108
Cuadro 4.32: Costo de servicios.	108
Cuadro 4.33: Resumen del costo total	109

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1:	PLANO ELÉCTRICO.
ANEXO N° 2:	PROGRAMA DEL PLC.
ANEXO N° 3:	FICHA TÉCNICA DE VÁLVULA MARIPOSA MARCA ASAHI.
ANEXO N° 4:	FICHA TÉCNICA DEL PLC 1214C.
ANEXO N° 5:	FICHA TÉCNICA DEL MÓDULO SM1221.
ANEXO N° 6:	FICHA TÉCNICA DEL MÓDULO SM1234.
ANEXO N° 7:	FORMATO OCIN.

RESUMEN

Esta investigación presenta el diseño de un sistema de automatización del despacho del ácido clorhídrico para mejorar el control de entrega en los camiones cisternas para la empresa. El propósito de esta investigación es proponer una alternativa de mejora para el proceso de despacho, el cual haciendo uso de instrumentos de medición y control se puede mejorar significativamente el proceso de entrega así mismo mejorar las condiciones de operación, disminuir los tiempos y mayor seguridad para el operador. Para el diseño necesariamente se realizó un estudio de las condiciones de operación del despacho del ácido clorhídrico en la actualidad, a través de la observación directa se pudo determinar, describir los instrumentos y equipos que se requieren para hacer la automatización del proceso. La selección de los equipos está en función de las condiciones del proceso y modo de operación de cada equipo, como elemento de control se seleccionó un Controlador Lógico Programable (PLC) y una interface hombre máquina (HMI) para poder monitorear y programar la cantidad de ácido a despachar. La programación del PLC y configuración de la HMI permitieron realizar simulaciones del proceso y realizar los ajuste necesarios para lograr la interacción de los equipos e instrumentos con el PLC. Finalmente se realizó el estudio de costos de los equipos e instrumentos para la automatización del proceso de despacho de ácido clorhídrico en la empresa.

Palabras claves: Ácido clorhídrico, automatización, instrumentos de medición, calibración.

ABSTRACT

This research presents the design of an automation system for the dispatch of hydrochloric acid to improve delivery control in tank trucks for the company. The purpose of this research is through the design to propose an alternative for the dispatch process, which using measurement and control instruments can significantly improve the delivery process as well as better operating conditions, decrease times and greater security for the operator. For the design, a study of the operating conditions of hydrochloric acid dispatch was carried out, through direct observation we can determine and analyze the instruments and equipment required to automate the process. The selection of the equipment is based on the process conditions and operation mode of each equipment, as a control element was selected a Programmable Logic Controller (PLC) and a man machine interface (HMI) to be able to mill and program the amount of acid to be shipped. The programming of the PLC and configuration of the HMI allowed to realize simulations of the process and to realize the adjustments necessary to achieve the interaction of the equipment and instruments with the PLC. Finally, the cost of the equipment and instruments for the automation of the hydrochloric acid release process in the company was carried out.

Keywords: Hydrochloric acid, automation, measuring instruments, calibration.

INTRODUCCIÓN

QUIMPAC anteriormente conocida como Química del pacífico S.A., se fundó en el año 1964, se dedica actualmente a la producción y comercialización de soda cáustica, cloro, fosfato bicálcico y otros productos químicos, siendo el único productor industrial en el Perú, el cual cuenta con dos plantas de producción situadas en Oquendo (Callao) y Paramonga (km 210 al Norte de Lima). El ácido clorhídrico también conocido como ácido muriático, es uno de los ácidos más fuertes el cual también es producido por la empresa QUIMPAC. Este producto es obtenido del proceso electrolítico de la salmuera, (reacción química del gas de cloro con el gas de hidrógeno) y del flujo de agua circulando en contracorriente.

Actualmente el proceso de despacho del ácido clorhídrico a los camiones cisternas es de manera manual por lo cual es muy susceptible a errores humanos, fallas de equipo eléctrico, limitación en tiempo de producción durante ejecución del despacho, pérdidas de kilogramos de ácido clorhídrico al momento de despachar ocasionando así que las cantidades despachadas no concuerden con el stock real del producto.

La manera de controlar el despacho de este tipo de productos industriales es de vital importancia, es por ello que se contempla la posibilidad de automatizar el proceso de despacho de ácido clorhídrico a camiones cisternas, así mismo se reducirá el tiempo de despacho, aumentará la precisión de la cantidad despachada, se evitará posible accidentes de derrame del producto por rebalse en cisterna y se obtendrá monitoreo exacto de los indicadores totalizado del producto despachado.

Para el desarrollo de este proyecto se contempla realizar un estudio de los instrumentos requeridos a utilizar en la automatización, entre ello se contempla el uso de válvulas electroneumáticas, finales de carrera para confirmación apertura o cierre de válvula, válvula con posicionador para el control de flujo, sensores detectores de presencia para detectar la presencia del camión cisterna, flujómetros, controlador lógico programable (PLC) y panel interfaz hombre máquina (HMI). A partir de este estudio se contempla simular el sistema de automatización con el fin de verificar el correcto funcionamiento.

I: ASPECTOS DE LA PROBLEMÁTICA.

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.

La compañía Quimpac S.A., se encarga de la producción y comercialización de soda cáustica, cloro, fosfato bicálcico, ácido clorhídrico y otros productos químicos. Las operaciones de producción de la división de químicos son realizadas en sus plantas situadas en Oquendo (Callao) y Paramonga (km 210 al Norte de Lima).

La planta de Paramonga produce cloro, soda cáustica y algunos derivados, como el ácido clorhídrico, entre otros. La soda cáustica es obtenida del proceso electrolítico de la salmuera (solución de cloruro de sodio), este proceso libera cloro en estado gaseoso el cual es sometido a las operaciones de enfriamiento, secado, compresión y por último este es enfriado a -20°C obteniendo cloro líquido de alta pureza. Finalmente, de este mismo proceso electrolítico junto con el agua circulando en contracorriente se obtiene el ácido clorhídrico y este es almacenado en un tanque para luego ser embarcado en camiones cisternas con capacidad hasta 18 t.

Actualmente el despacho del ácido clorhídrico es realizado en modo manual, el operador coloca la manguera de despacho en la cisterna, abre manualmente las válvulas que se encuentra en la línea de despacho e inicia el proceso de carga del ácido clorhídrico. El producto ingresa en la cisterna y en base a la experiencia del operador estima un valor aproximado a la consigna del despacho, acto seguido procede a verificar el peso del camión cisterna dirigiéndose al sistema de balanza. Este sistema verifica que el rango en el cual se ha despachado cuente con una consigna de despacho ± 0.05 t. en caso de sobrepasar, el excedente es considerado como pérdida para la compañía ya que al sacar el producto generalmente ocurre derrames. Posteriormente si este valor es menor el camión se dirige nuevamente al sistema de despacho para completar el producto faltante en forma manual hasta completar el peso requerido. La forma actual de despacho depende de los factores como son: riesgo de derrame y experiencia del operador; estos factores influyen en la integridad y el tiempo de operación (horas-hombre) que utiliza el operador en realizar un despacho. Además, en caso se requiera aumentar la producción los factores mencionados ocasionarán un aumento de costo en forma proporcional al aumento de

producción. El derrame y los excesos despachados del producto también generarán un costo de pérdida económica.

Por estos motivos mencionados anteriormente se propone automatizar el proceso de despacho del ácido clorhídrico para mejorar la productividad y eliminar los costos innecesarios como son pérdidas económicas. Para lograr el desarrollo de este proyecto se contempla realizar un estudio de los elementos a usar y el diseño de un programa simulador de despacho del ácido clorhídrico, logrando así, tener una fuente exacta de dichos resultados.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1 Pregunta general.

¿El diseño de un sistema de automatización del despacho del ácido clorhídrico mejorará el control de entrega en los camiones cisternas para la empresa QUIMPAC S.A.?

1.2.2 Pregunta específica.

¿Cómo se seleccionará la instrumentación industrial que permita controlar el totalizado del fluido que interviene en el sistema de automatización del despacho del ácido clorhídrico?

¿Cuál será la programación del controlador con los enclavamientos de seguridad necesaria para garantizar la correcta automatización del despacho de ácido clorhídrico?

¿Cómo se realizará el monitoreo del proceso mediante la programación del HMI?

¿Cómo se realizará la simulación del proceso para verificar el funcionamiento del programa del PLC y configuración del HMI?

¿Cómo se realizará un análisis de costos para la implementación del proyecto?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN.

Este proyecto que se propone nace como fruto de la observación y posterior análisis de las actividades manuales realizadas, para el despacho de ácido clorhídrico. Para ello se establece una serie de actividades orientadas principalmente a mantener un control profundo de los despachos de este producto en la empresa Quimpac S.A, de esta manera se reducirá los tiempos en el despacho, eliminará pérdidas económicas del producto por rebalse en cisterna o por sobrepasar consigna de despacho en la entrega, disminuirá el contacto del agente tóxico y se obtendrá un histórico de los indicadores totalizados del producto por día el cual se visualizará desde un HMI garantizando que las cantidades despachadas coincidan con el nivel actual del tanque de almacenamiento del producto.

El desarrollo de esta investigación, permitirá aumentar conocimientos sobre diseño y programación de un sistema para el control exacto de producto. Así mismo, el desarrollo de este proyecto permitirá que los operadores nuevos que no cuenten con experiencia sean capaces de adaptarse y manejar el sistema en poco tiempo.

Esta investigación también puede cogerse como modelo para realizar un control exacto con distintos fluidos y para distintas empresas.

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.4.1 Objetivo general.

Diseñar un sistema de automatización del despacho del ácido clorhídrico para mejorar el control de entrega en los camiones cisternas para la empresa QUIMPAC S.A.

1.4.2 Objetivos específicos.

1. Seleccionar la instrumentación industrial que permita controlar el totalizado del fluido que interviene en el sistema de automatización del despacho del ácido clorhídrico.

2. Elaborar la programación del controlador con los enclavamientos de seguridad necesaria para garantizar la correcta automatización del despacho de ácido clorhídrico.
3. Configurar el monitoreo del proceso mediante la programación del HMI.
4. Realizar pruebas de simulación del proceso para verificar el funcionamiento del programa del PLC y la configuración realizada del HMI.
5. Realizar un análisis de costos para la implementación del proyecto.

1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta investigación se desarrolla en las instalaciones de la empresa QUIMPAC en el área de despacho del ácido clorhídrico, la empresa está ubicada en Avenida García Castañeta S/N en el distrito de Paramonga. El tiempo de ejecución del proyecto es de 9 meses. Los costos son asumidos de la investigación por la tesista.

II: MARCO TEÓRICO.

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

Barcarolo (2014), en su proyecto titulado “Reforma del sistema de carga de ácido sulfúrico para despacho en camiones”, tiene como objetivo principal automatizar la operación de carga del ácido sulfúrico en camiones cisternas, minimizando tiempos de operación ocasionado por errores humanos; por otro lado tiene como objetivos específicos minimizar la exposición del operador al ácido sulfúrico y los gases del mismo durante la carga de ácido, mejorar el sistema de muestreo del producto para hacer más segura la tarea, eliminar las malas posturas del operador para evitar los problemas ergonómicos, mejorar la exactitud de carga para minimizar los tiempos de la operación y optimizar el rol de personal necesario para realizar las cargas diarias. Se llega a la conclusión que la construcción de un cargador nuevo, en una zona distinta a la anterior, facilita las tareas del personal y siendo la zona de estacionamiento de los camiones una bodega de contención permite controlar cualquier tipo de pérdidas o derrames de producto. Se recomienda colocar un sensor de posición al caño telescópico, y colocar al sistema de control un enclavamiento a fin de evitar el funcionamiento de la bomba de carga y la apertura de la válvula si dicho caño se encuentra elevada. Adicionalmente se debe agregar un enclavamiento de seguridad que detiene la operación de carga si durante la misma se detecta bajo caudal de carga (detiene las bombas y cierra la válvula).

Chamochumbi, Torres, Rodas y Díaz. (2015), en su investigación titulada “Propuesta de mejora del proceso de carga de combustibles líquidos en camiones cisterna en un terminal de almacenamiento de combustible”, el proyecto tiene como objetivo principal estandarizar las actividades relacionadas a la carga de productos blancos con controladores (Petrocount y Accuload) a Camiones cisterna, para realizar una operación segura, eficiente y eficaz; por otro lado tiene como objetivos específicos ampliar la capacidad de atención en la carga de combustible mejorando los tiempos de atención, reduciéndolos en un 40% por camión cisterna cargado aproximadamente e invertir medio millón de dólares, lo cual generaría un incremento de demanda del servicio por aproximadamente tres millones de dólares anuales y de este modo recuperar la inversión en un año. Se llega a la conclusión que la mejora del proceso de carga de combustibles

líquidos en camiones se realiza para proteger al personal de la empresa que está en los terminales de carga, la automatización y el uso de herramientas son factores determinantes para la optimización de los procesos. Se recomienda reordenar los puntos de carga en función al producto de mayor demanda, las combinaciones habituales de productos despachados en las cisternas e incrementar la capacidad de las bombas con la finalidad de mejorar los tiempos de carga.

Olazábal Trejo y Tejada, (2014) en su investigación titulada: “Diseño de un sistema automático de instrumentación para la planta de almacenamiento y despacho de petróleo de la empresa Olympic Perú-Piura”, el proyecto tiene como objetivo principal diseñar un sistema de control automático e instrumentación adecuado para el sistema de almacenamiento y despacho de hidrocarburos de la empresa Olympic Perú en el lote XIII-A”; por otro lado tiene como objetivos específicos diseño y dimensionamiento de un sistema de control e instrumentación para llenado y vaciado de tanques de petróleo, diseño de un sistema de control de caudal e instrumentación para la línea de despacho, realizar el análisis económico de esta propuesta. Se llega a la conclusión utilizar el método de control ON/OFF y en base a esto se diseñó el sistema de control y el sistema automático permitió el despacho de 30 000 barriles en 24 horas aproximadamente y eliminó problemas logísticos. Se recomienda la instalación de válvulas, sensores y demás equipos sea en lugares de fácil acceso, para facilitar de esta manera la labor de mantenimiento cuando esta sea necesaria. Para la instalación del sistema se recomienda utilizar herramientas, equipos que cumplan con los estándares de calidad y evitar así mal funcionamiento de los equipos que causen contratiempos en la implementación del proyecto. Finalmente se recomienda el uso de un sistema de respaldo de energía para los equipos e instrumentos que forman parte del proyecto.

García, (2009), en su investigación titulada: “Diseño de un sistema de monitoreo y control para cargas de buques y cisterna en la planta Metanol de oriente Metor, S.A.” el proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de monitoreo y control para carga de buques y cisterna en la planta Metanol de Oriente METOR, S.A. Complejo Petroquímico José Antonio Anzoátegui, Edo. Anzoátegui.; por otro lado tiene como objetivos específicos elaborar la filosofía de operación del sistema temporal para el proceso de carga de buques y cisternas, elaborar la programación del PLC para el control en el proceso de carga de buques y cisternas. Se llega a la conclusión que los PLC son

soluciones probadas para control secuencial, proporcionan un control confiable. Este dispositivo que demuestra ventajas desde el punto de vista de soluciones rápidas y confiables, el uso de sistema HMI Factory Talk View Site Edition Client brinda información en tiempo real del proceso. De esta forma se muestra que el HMI es de vital importancia en los procesos de supervisar las variables que gobiernan el proceso evitando errores humanos en el registro de valores. Se recomienda que el uso del PLC y sus instalaciones mecánicas sean únicos y exclusivamente para controlar la carga de buques y cisterna, no fue diseñado para alojar y controlar señales de otros procesos de la planta.

2.2 BASES TEÓRICAS.

2.2.1 Ácido clorhídrico.

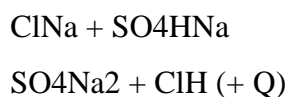
Según Myers (2007), el ácido clorhídrico es un ácido fuerte y corrosivo que resulta cuando el gas cloruro de hidrógeno se disuelve en agua. Los alquimistas antiguos prepararon ácido clorhídrico, a Jabbar Ibn Hayyan, conocido en latín como Geber (721-815), se le atribuye su descubrimiento alrededor del año 800. El método original de preparación implicaba reaccionar la sal con ácido sulfúrico, produciendo hidrógeno sulfato sódico e hidrógeno Cloruro de sodio. El gas cloruro de hidrógeno es capturado y disuelto en agua para producir ácido clorhídrico. El ácido clorhídrico se llamaba anteriormente ácido muriático.

Los términos como muriático y muriato se utilizaron en asociación con sustancias de cloruro antes de que el descubrimiento y la naturaleza del cloro fueran plenamente comprendidos. El término latín *muriaticus* significa decapado de muri, que es el término latino para la salmuera. Los cloruros se asociaron naturalmente con soluciones de sal de agua de mar, ya que el cloruro es el ion principal en el agua de mar.

2.2.1.1 Obtención del ácido clorhídrico.

El ácido clorhídrico puede prepararse de diversos modos; los dos métodos más importantes y más usados son los siguientes:

Industrialmente el ácido clorhídrico se fabrica tratando el cloruro sódico con ácido sulfúrico concentrado en grandes retortas de hierro colado. La reacción transcurre en dos etapas; la primera se desarrolla a temperatura relativamente baja, y produce bisulfato sódico (SO_4HNa) y ácido clorhídrico (HCl); una vez terminada la primera fase, la mezcla de SO_4HNa y ClNa se lleva a una retorta, donde se calienta al rojo, produciéndose la segunda reacción:



Por combinación directa de hidrógeno y cloro, obtenidos como subproductos en la fabricación del hidróxido sódico. El cloro se quema en exceso de hidrógeno, o de gas natural, en mecheros especiales.

El segundo método es aplicado para la obtención del ácido clorhídrico en la compañía Quimpac S.A. con sede en Paramonga.

2.2.1.2 Usos del ácido clorhídrico.

Los usos más importantes del HCl están:

- Comida seca para perros.
- Productos lácteos congelados.
- Bebidas de fruta y sabores.
- Vitaminas y suplementos alimenticios.
- Textiles y tintes.
- Fabricación de aditivos e ingredientes alimentarios.
- Industria química y petroquímica.

2.2.1.3 Industria farmacéutica. Peligros del ácido clorhídrico.

Según hoja seguridad MSDS, Quimpac de Colombia S.A. (2009) los peligros y efectos potenciales para la salud son:

En los ojos produce de inmediato, quemaduras y daños severos en la córnea, lo cual puede resultar en ceguera permanente. El contacto con la piel produce dolor, ulceraciones, así como quemaduras profundas y severas. La exposición prolongada y repetida a las soluciones diluidas frecuentemente causa irritación, enrojecimiento, dolor y resequedad y agrietamiento de la piel.

Su ingestión produce irritación severa o quemaduras corrosivas en la boca, garganta, esófago y estómago, dependiendo de la cantidad puede causar úlceras en el tracto intestinal e inflamación de los riñones. Los síntomas incluyen dificultad para tragar, sed intensa, náusea, diarrea y en casos severos colapso y muerte.

Por inhalación produce irritación nasal severa, garganta irritada (de 10 a 35 ppm puede causar irritación de garganta, dolor de cabeza y palpitaciones rápidas), sofocamiento, tos y dificultad para respirar, insoportable por más de 1 hora para cantidades de 50 a 100 ppm. Las exposiciones prolongadas pueden provocar quemaduras y úlceras en la nariz y la garganta. Las exposiciones severas (es decir, de 1000 a 2000 ppm), aunque sean de unos pocos minutos, pueden causar una acumulación de fluido en los pulmones que pueden ocasionar la muerte (edema pulmonar). Los síntomas pueden tardar en aparecer varias horas después de la exposición.

2.2.2 Sistemas automáticos de control.

El control automático es el mantenimiento de un valor deseado dentro de un intervalo, su funcionamiento se basa en medir el valor deseado y compararlo con el intervalo de valores aceptables utilizando la diferencia para proceder a reducirla. Por esto el control automático exige un lazo cerrado de acción y reacción que funcione sin intervención humana.

2.2.2.1 Términos de control.

Unifiquemos términos a fin de utilizar un lenguaje común en este aspecto de la tecnología. Siempre teniendo en cuenta que nuestro objeto de estudio serán los sistemas de control lineales, y en particular los de realimentación negativa.

Variable controlada: Es la cantidad o condición que se mide y controla. Normalmente la variable controlada es considerada la salida del sistema.

Variable manipulada: Es la variable o condición de la planta que se modifica a fin de influir sobre la variable controlada a través de la dinámica de la planta.

Proceso: Normalmente se orienta esta denominación a reacciones químicas u operaciones físicas industriales que pueden ser controladas.

Sistema: Es una combinación de componentes que actúan conjuntamente y cumplen determinado objetivo.

Perturbación: Es una señal que tiende a afectar adversamente el valor de la salida de un sistema. Si la misma se genera dentro del sistema se la denomina interna, de lo contrario se la denomina externa.

Control realimentado: Es el modo de controlar una variable de un sistema, planta, o proceso que consiste en medir la variable controlada del mismo, y en función de la desviación (error) de dicho valor respecto del deseado, aplicarle a la variable manipulada una modificación en el sentido de corregir o limitar la desviación del valor medido respecto al valor deseado. Debe destacarse lo esencial de la realimentación, que consiste en tomar el resultado obtenido de controlar para decidir la acción de control.

2.2.2.2 Sistema de control de lazo abierto y características.

Es aquel sistema en que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera, un esquema de este sistema se muestra en la Figura 2.1.

Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador.

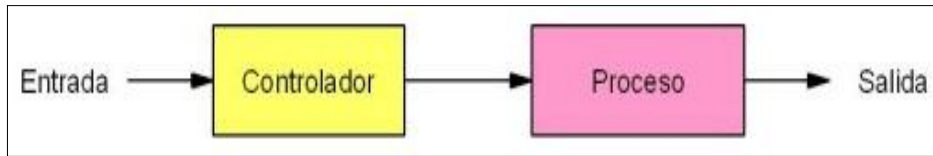


Figura 2.1: Sistema de control de lazo abierto.

Fuente: Elaboración propia.

Características:

- Ser sencillos y de fácil concepto.
- Nada asegura su estabilidad ante una perturbación.
- La salida no se compara con la entrada.
- Ser afectado por las perturbaciones. Éstas pueden ser tangibles e intangibles.
- La precisión depende de la previa calibración del sistema.

2.2.2.3 Sistema de control de lazo cerrado.

Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control.

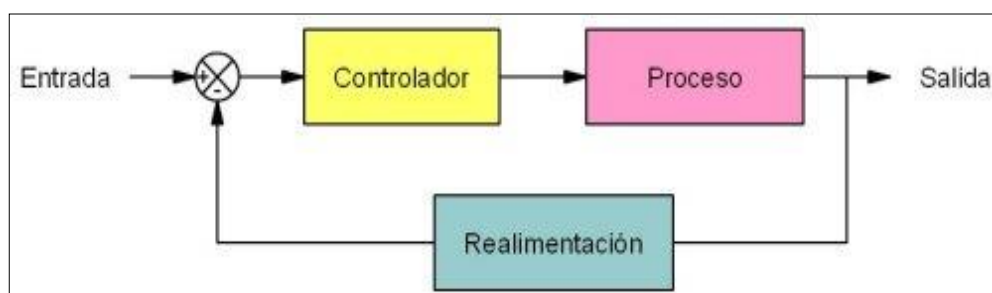


Figura 2.2: Sistema de control lazo cerrado.

Fuente: Elaboración propia.

Elementos básicos de un sistema en lazo cerrado.

En la Figura 2.3 se presenta un esquema de control lazo cerrado donde se muestra los elementos que a continuación se describe.

- **Elementos de comparación:** Compara el valor deseado o de referencia de la condición variable que se controla con el valor medio del que se produce y genera una señal de error. Se le puede considerar como un sumador que añade la señal de referencia, positiva, a la señal del valor medio, que en este caso es negativa.
- **Elemento de control:** El plan de control que el elemento puede entregar una señal que encienda o apague un dispositivo al producir un error. Las acciones de control pueden ser sistemas cableados, en cuyo caso la acción de control se define de manera permanente por la conexión entre dos elementos; o bien, pueden ser sistemas programables, donde el algoritmo de control se almacena en una unidad de memoria y se puede modificar con una reprogramación.
- **Elemento de corrección:** El elemento de corrección produce un cambio en el proceso a fin de corregir o modificar la condición controlada. Puede ser un interruptor que enciende un calentador para aumentar la temperatura de un proceso.
- **Elemento de proceso:** El proceso es aquello que se está controlando. Puede tratarse por ejemplo de la habitación de una casa cuya temperatura se controla, o bien de un tanque con agua en donde el nivel se controla.
- **Elemento de medición:** El elemento de medición produce una señal relacionada con el estado de la variable del proceso que se controla, podría tratarse de un interruptor que se enciende cuando se alcanza determinada posición, o bien de un termopar que produce una señal relacionada con la temperatura.

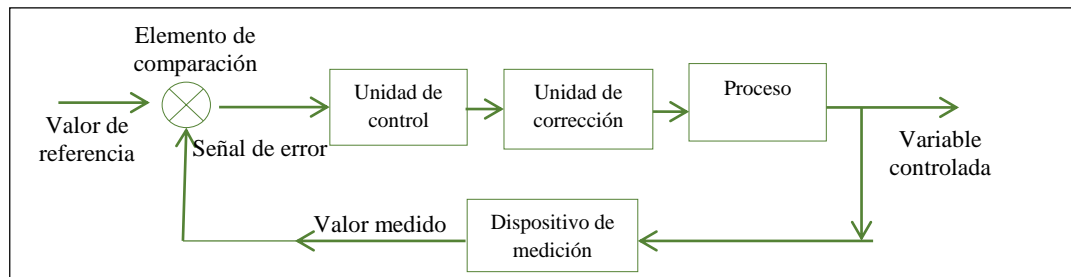


Figura 2.3: Elementos de un sistema de control lazo cerrado.

Fuente: Elaboración propia.

2.2.3 Controlador lógico programable (PLC)

Según (Bolton, 2006) un controlador lógico programable (PLC) es una especial forma de microprocesador basado en controlador que usa una memoria programable para almacenar instrucciones, y la implementación de funciones como lógica, secuencia, temporizadores, contadores y operaciones aritméticas en orden al control de máquinas y procesos, Figura 2.4.

Los diseñadores del PLC lo han preprogramado para que el programa de control pueda ingresarse usando una forma de lenguaje simple, bastante intuitivo con lenguaje de programación Ladder, Lenguaje Estructurado, Diagrama de Bloques. Se usa el término lógica porque la programación se ocupa principalmente de implementar lógica y conmutación de operaciones, por ejemplo si se produce A o B, activará C, si A y B activan se activará D. Dispositivos de entrada, sensores tales como interruptores y dispositivos de salida en el sistema que se controla, por ejemplo motores, válvulas, etc., están conectados al PLC.

El programador ingresa una secuencia de instrucciones, es decir, un programa, en la memoria del PLC. Luego, el controlador monitorea las entradas y salidas de acuerdo con este programa y lleva a cabo las reglas de control para las cuales ha sido programado.



Figura 2.4: Módulo PLC Siemens.
Fuente: Siemens.

El primer PLC fue desarrollado en 1969. Actualmente son extensamente usados y extendidos desde pequeños autónomos unidades para uso con quizás 20 entradas/salidas digitales hasta de sistemas modulares, los cuales son usados para largo números de entradas/salidas, manejo digital análogo de entradas/ salidas, y también puede llevar salidas proporcional-integral-derivativo para los diferentes modos de control.

2.2.3.1 Arquitectura interna.

Consta de una unidad central de procesamiento (CPU) conteniendo sistemas de microprocesador, memoria, y circuitos de entradas/salidas. El CPU controla y procesa todas las operaciones dentro del PLC. Cuenta con un reloj con una frecuencia de típicamente entre 1 a 8 MHz. Esta frecuencia determina la velocidad de operación del PLC y es la fuente de temporización y sincronización de todos los elementos en el sistema. La información dentro del PLC es llevada por medio de señales digitales. Los caminos internos pertenecen a las señales digitales flujo que son llamado buses. En el sentido físico, un bus es usado para comunicaciones entre puertos de entrada/salida y unidades de entrada/salida.

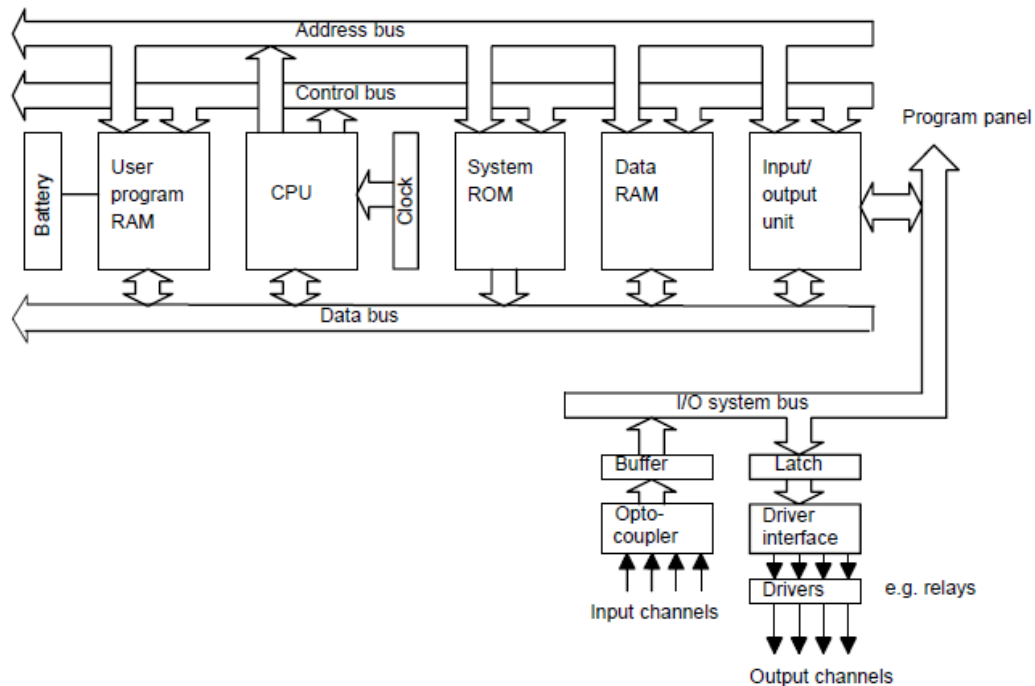


Figura 2.5: Arquitectura interna de un PLC.

Fuente: Bolton, W. (2006)

Los buses son caminos usado por comunicación dentro del PLC. La información es transmitido en forma binaria como un grupo de bits empezando con un dígito binario de 1 ó 0 equivalente a los estados ON/OFF. El termino palabra es usado por el grupo de bits constituidos de algunas informaciones. Por lo tanto una palabra de 8 bits podría ser el número binario 00100110. Cada uno de estos bits es comunicado simultáneamente a lo largo de su propio cable paralelo

La unidad entrada/salida proporciona una interface entre el sistema de control y mundo exterior, permitiendo conectar a través de los canales de entrada/salidas los dispositivos de entrada como sensores y dispositivos de salida como motores, solenoides.

Los canales de entrada/salida proporcionan aislamiento y funciones de acondicionamiento de modo que los sensores y actuadores a menudo pueden ser directamente conectados sin necesidad de otro circuito. En la Figura 2.6 se muestra el circuito en donde cuando un pulso digital pasa a través del diodo, un pulso de radiación infrarroja es producida. El pulso es detectado por el fototransistor y da lugar a un voltaje en el circuito.

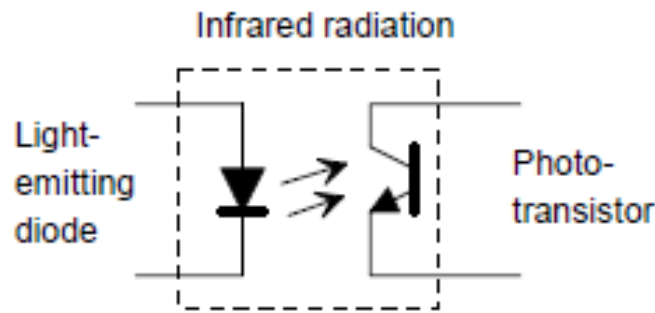


Figura 2.6: Optocoplador.
Fuente: Bolton, W. (2006)

2.2.3.2 Características del PLC.

El PLC tiene grandes ventajas que son similares a un controlador básico, puede ser usado con un amplio rango de sistemas de control. También son similares a computadoras pero mientras las computadoras son optimizadas por cálculos y tareas de pantalla, el PLC es optimizado para tareas de control y ambiente industrial. Por lo tanto los PLC son:

- Son robusto y están diseñados para resistir vibraciones, temperatura, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
- Es muy fácil programarlo, así como entender el lenguaje de programación. La programación básicamente consiste en operaciones de lógica y conmutación.

2.2.3.3 Programación de un PLC.

La forma básica de programación más común en los PLC, es la programación de escalera, se edita el código de un programa como si fueran los peldaños de una escalera. En cada peldaño se especifica, por ejemplo, la revisión de los interruptores (entradas) si están cerrados o abiertos, se proporciona energía aun solenoide (salida), temporizadores, memorias, etc.

La programación de un PLC mediante diagramas de escalera consiste en la elaboración de un programa de manera similar a como se dibuja un circuito de contactos eléctricos. El diagrama de escalera consta de dos líneas verticales que representan las líneas de

alimentación. Los circuitos se disponen como líneas horizontales, es decir, como si fueran los peldaños de una escalera, sujeto entre las dos líneas verticales.

2.2.3.4 Programa y lenguaje de programación.

Según Yugsi (2009), se puede definir un programa como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada. El Lenguaje de Programación en cambio, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida.

Al igual como los PLCs se han desarrollado y expandido, los lenguajes de programación también se han desarrollado con ellos. Los lenguajes de hoy en día tienen nuevas y más versátiles instrucciones, con mayor poder de computación. Adicionalmente a las nuevas instrucciones de programación, el desarrollo de nuevos módulos de entradas y salidas también ha obligado a cambiar las instrucciones existentes.

En la actualidad cada fabricante diseña su propio software de programación, lo que significa que existe una gran variedad comparable con la cantidad de PLCs que hay en el mercado. No obstante, actualmente existen tres tipos de lenguajes de programación de PLCs como los más difundidos a nivel mundial; estos son:

- Lenguaje de contactos o Ladder.
- Lenguaje Booleano (Lista de instrucciones)
- Diagrama de funciones.

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) desarrolló el estándar IEC 1131, en un esfuerzo para estandarizar los Controladores Programables. Uno de los objetivos del Comité fue crear un conjunto común de instrucciones que podría ser usado en todos los PLCs. Aunque el estándar 1131 alcanzó el estado de estándar internacional en agosto de 1992, el esfuerzo para crear un PLC estándar global ha sido una tarea muy difícil debido a la diversidad de fabricantes de PLCs y a los problemas de incompatibilidad de programas entre marcas de PLCs.

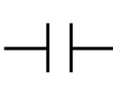
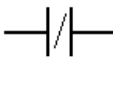
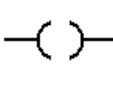
2.2.3.5 Lenguaje Ladder.

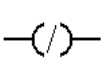
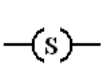
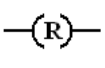
El LADDER, también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos, es muy parecido a un circuito de control eléctrico, con la salvedad de que cambian de orientación el sentido de configuración..

De este modo, con los conocimientos que todo técnico eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje. Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según normas NEMA y son empleados por todos los fabricantes. Para programar un PLC con LADDER, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario conocer los elementos que forman parte de la estructura del código de programación a través de este método.

En el Cuadro 2.1 se describen algunos de los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

Cuadro 2.1: Símbolos básicos en la programación LADDER.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
Continuación del Cuadro 2.1		

	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina RESET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez conocidos los elementos que LADDER proporciona para su programación, resulta importante resaltar cómo se estructura un programa y cuál es el orden de ejecución.

2.2.3.6 Variables internas y bits de sistema.

Las variables internas son bits auxiliares que pueden ser usados según convenga, sin necesidad de que representen ningún elemento del autómatas. Se suele indicar mediante los caracteres B o M y tienen tanto bobinas como contactos asociados a las mismas. Su número de identificación suele oscilar, en general, entre 0 y 255. Su utilidad fundamental es la de almacenar información intermedia para simplificar esquemas y programación.

Los bits de sistema son contactos que el propio autómatas activa cuando conviene o cuando se dan unas circunstancias determinadas. Existe una gran variedad, siendo los más importantes los de arranque y los de reloj, que permiten que empiece la ejecución desde un sitio en concreto y formar una base de tiempos respectivamente. Su nomenclatura es muy diversa, dependiendo siempre del tipo de autómatas y fabricante.

2.2.4 Sensores y transductores.

El término sensor se refiere a un elemento que se produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo. Por ejemplo, el caso de un elemento para medir temperatura mediante resistencia eléctrica, la cantidad que se mide es la temperatura y el sensor transforma una entrada de temperatura en un cambio en la resistencia. Con frecuencia se utiliza el término transductor en vez de sensor.

Los transductores se definen como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimentan un cambio relacionado. Sin embargo, en un sistema de medición se puede utilizar transductores, además de sensores.

2.2.4.1 Estructura y principio de funcionamiento de un sensor.

Según Curilef (2014), todos los sensores utilizan uno o más principios físicos o químicos para convertir una variable de entrada al tipo de variable de salida más adecuado para el control o monitoreo de cada proceso particular. Estos principios o fenómenos se manifiestan en forma útil en ciertos materiales o medios y pueden estar relacionados con las propiedades del material en sí o su disposición geométrica. En el caso de sensores cuya salida es una señal eléctrica, la obtención de esta última implica generalmente el uso de un transductor primario y opcionalmente, uno o más transductores secundarios. La función del transductor primario es convertir la magnitud física a medir en otra más fácil de manipular, esta última no tiene que ser necesariamente de naturaleza eléctrica.

Una vez obtenida esta última es sometida a un proceso de acondicionamiento y amplificación para ajustarla a las necesidades de la carga exterior o de la circuitería de control. Adicionalmente, muchos sensores incluyen una etapa de salida, conformada por relés, amplificadores de potencia, conversores de código, transmisores, y otros tipos de dispositivos y circuitos, cuya función es adaptar la señal entregada por el bloque de acondicionamiento o tratamiento a las necesidades específicas de la carga.

2.2.5 Medidores volumétricos.

Los flujómetros o caudalímetros (medidores volumétricos) como el que se muestra en la Figura 2.7 permiten medir el caudal de líquidos. El sistema de medida consta de un sensor y un convertidor de señal. El flujómetro ofrece un medio fiable, preciso y económico para la medida de caudales de cualquier líquido conductor de la electricidad. Tiene aplicaciones características en todos los sectores: sector agua potable, sector alimentación, químico, minería, etc. Los medidores volumétricos determinan el caudal en volumen de fluido, bien sea directamente (desplazamiento) o indirectamente (presión diferencial, área variable, velocidad, fuerza, tensión inducida, torbellino).



Figura 2.7: Flujómetro electromagnético.
Fuente: Isomag.

2.2.5.1 Principios de medición de los medidores volumétricos.

Los medidores de flujos volumétricos se basan en diferentes principios entre ellos se pueden hallar los diferentes equipos (sensor) de medición. En el Cuadro 2.2 se muestra el tipo de medidor y el principio del sensor.

Cuadro 2.2: Principios de medición de los medidores volumétricos.

Tipo de medidor	Principio del sensor
Presión diferencial	Placa de orificio
	Tobera de flujo
	Tobera venturi
	Tubo de venturi
	Tubo de dall
	Cuña de flujo
	Tubo de pitot
	Tubo de annubar
Área variable	Rotámetro
	Cilindro y pistón
Velocidad	Turbina
	Ultrasónico
Desplazamiento positivo	Disco giratorio
	Pistón oscilante
	Pistón alternativo
	Medidor rotativo: ciloidal, birrotor, oval, paleta
Torbellino	Frecuencia
	Ultrasónico
	Capacitancia

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.2 Medidores de caudal electromagnéticos.

El medidor de caudal electromagnético utiliza el mismo principio básico que el electrogenerador, es decir, cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético se genera una fuerza electromotriz en el conductor, siendo su magnitud directamente proporcional a la velocidad media del conductor en movimiento. Si el

conductor es una sección de un líquido conductor circulando por un tubo aislado eléctricamente, a través de un campo magnético y se montan los electrodos diametralmente opuestos en la pared de la tubería, tal como se muestra en la Figura 2.8 la fuerza electromotriz generada a través de los electrodos es directamente proporcional a la velocidad media del fluido.

Es importante señalar que la diferencia de potencial entre los electrodos es del orden de milivoltios, por lo que dicha señal tiene que ser amplificada mediante un dispositivo secundario denominado convertidor, que proporciona una señal de salida en miliamperios, en voltios o en impulsos.

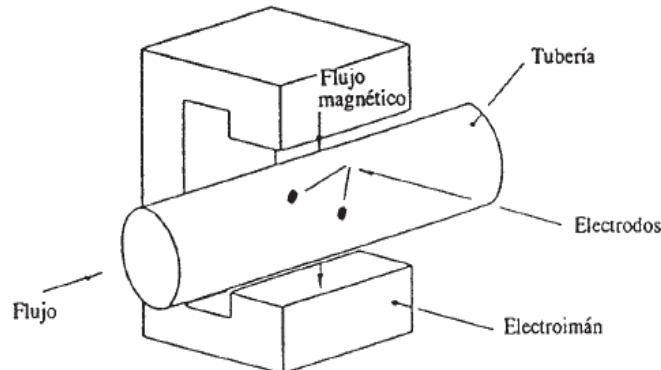


Figura 2.8: Principio del funcionamiento de caudal electromagnético.

Fuente: García, L.

Puesto que los electrodos tienen que hacer un contacto con el fluido, su material tiene que ser compatible con las propiedades químicas del fluido que circula. Entre los materiales más utilizados se pueden citar los siguientes: acero inoxidable no magnético, platino/iridio, monel, hasteloy, titanio, y circonio para líquidos particularmente agresivos.

Ventajas más fundamentales se pueden señalar las siguientes:

- No presentan obstrucciones al flujo, por lo que son adecuados para la medida de todo tipo de suspensiones, barros, melazas, etc.
- Se fabrican en una gama de tamaños superior a la de cualquier otro tipo de medidor.
- No son prácticamente afectados por variaciones en la densidad, viscosidad, presión temperatura y, dentro de ciertos límites, conductividad eléctrica.
- No son seriamente afectados por perturbaciones del flujo aguas arriba del medidor.
- La señal de salida es, habitualmente, lineal.
- Pueden utilizarse para la medida del caudal en cualquiera de las dos direcciones.

Desventajas se pueden destacar las siguientes:

- El líquido cuyo caudal se mide tiene que tener una razonable conductividad eléctrica.
- Para fines industriales el límite práctico es del orden de 10 mho cm⁻¹. Esto significa que los líquidos acuosos pueden manejarse adecuadamente, lo que no ocurre con líquidos orgánicos.
- La energía disipada por las bobinas da lugar al calentamiento local del tubo del medidor.

2.2.6 Válvulas.

Según Caroli (2012), una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Se clasifican en:

2.2.6.1 Válvulas solenoides.

Según Moreno (2002) las necesidades crecientes que se presentarán y que se siguen presentando en el campo de la automatización industrial en cuanto se refiere a la fabricación de maquinarias, dispositivos y diversos elementos accionados hidráulicamente, y la extrema sencillez con que se pueden diseñar circuitos eléctricos que funcionan automáticamente comandados desde sencillos microcontactos, fin de carreras, temporizadores, hasta los modernos programadores lógicos programables (PLCs) han hecho pensar a los ingenieros proyectistas, hace algunas décadas atrás, lo útil que resultaría comandar circuitos hidráulicos vía automatizaciones eléctricas.

La válvula puede ser de dos o de tres vías. Una aplicación típica de la válvula de solenoide de tres vías es el enclavamiento de la válvula de control en una posición que suele ser la correspondiente a fallo de aire. En esta maniobra, la excitación de la bobina de la válvula del solenoide comunica la vía válvula de control pierde aire y pasa a la posición de sin aire abre o sin aire cierra (según su acción); la cámara también puede comunicarse con aire a presión, pasando así la válvula a la posición inversa de con aire abre o con aire cierra.

Así mismo, la válvula solenoide puede estar conectada a un manorreductor y, de este modo, la válvula de control puede accionarse manualmente independientemente del controlador.



Figura 2.9: Válvula solenoide o electroválvula.

Fuente: Camozzi.

Las válvulas solenoides siempre se representan en los esquemas de circuitería con el conexonado correspondiente a su posición desenergizada, Figura 2.10 se muestra el esquema interno de una válvula y su símbolo correspondiente.

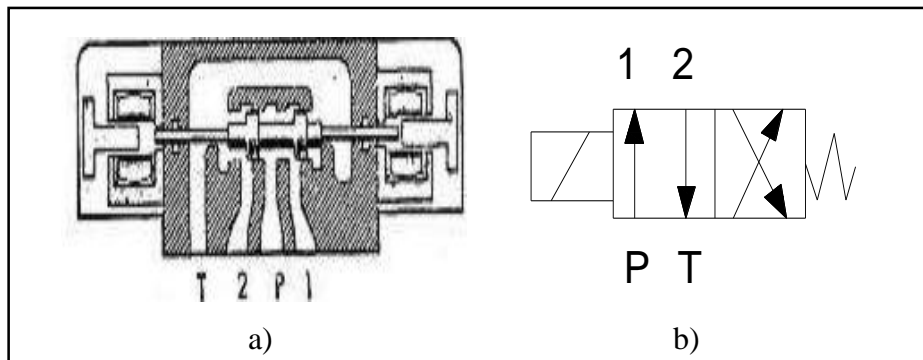


Figura 2.10: Electroválvula 4/2 a) Estructura interna b) Símbolo.

Fuente: Bolton, W. (2001) Mecatrónica.

2.2.6.2 Válvula con posicionador electroneumático.

Según el autor Creus (2010), el posicionador electroneumático está conformado por un transductor que sirve para el equilibrio de fuerzas y varía su presión de salida hasta que la fuerza, producida por el sistema de realimentación, equilibra la fuerza generada por la bobina electromagnética. La bobina está excitada por la señal de corriente del controlador de la válvula y la señal de salida neumática es siempre proporcional a la señal electrónica. En la Figura 2.11 se muestra el conjunto de una válvula con posicionador, donde se aprecia la válvula, posicionador y la unidad neumática.

La realimentación es proporcionada por una palanca fijada al vástago de la válvula. La señal neumática a la válvula se mantiene en un valor fijo cuando el momento creado por el resorte del mecanismo de tornillo iguala el momento producido por el resorte de la palanca de realimentación. Este posicionador es muy sensible y cambia la posición de la válvula en ambos sentidos con sólo una variación en escalón del 0,05%.



Figura 2.11: Válvula con posicionador.
Fuente: Siemens. (2013)

2.2.7 Selección.

La selección de una válvula de control trata específicamente de calcular el C_v (capacidad de válvula) entre los tipos de válvulas tal como globo, bola, mariposa, tapón excéntrico rotatorio, diafragma y otros tipos de válvulas usadas en servicios de control.

Esta información permite al usuario a tener conciencia del rango de las condiciones de operación y tamaño para cada tipo de válvula y como un tipo difiere en términos de funcionalidad a otros con diferentes ambientes y servicio. La funcionalidad de un tipo de válvula es eventualmente relacionada a un precio relativo y la calidad.

La válvula correcta puede ser usada con los instrumentos apropiados para la función adecuada en la dinámica del circuito o lazo de control. Tener en mente que la selección de las válvulas de control involucran a muchas variables que sólo en lineamientos o guías generales son dadas.

2.2.7.1 Consideraciones generales.

Las siguientes variables de operación son usadas para seleccionar los tipos de válvulas las cuales pueden manejar un conjunto especificado de condiciones de servicio:

- Presión de la Línea o tubería. (libraje del cuerpo de la válvula).
- El flujo (C_v bajo condiciones de flujo relacionado con el tamaño de la válvula).
- Presión diferencial (ΔP permisible para la estabilidad de estrangulamiento, bajo ruido, anticavitación, y menor desgaste erosivo).
- Rango de temperatura de operación (relacionado al diseño y materiales disponibles).
- Velocidad de corrosión (relacionada a los materiales disponibles económicamente, en tipos de válvulas específicas).

Factores de evaluación.

Cuál es el mejor tipo de válvula para una aplicación específica, puede depender sobre la importancia relativa de los siguientes factores:

- Nivel de Ruido. Menor de 85 +/- 5 dBA y/o flujo obstruido ó crítico (choked flow) si la velocidad sónica es alcanzada. (Limita el aumento de flujo a medida que disminuye la presión corriente abajo).
- Cavitación – Mayor que la incipiente (menor). Flujo obstruido bajo condiciones de cavitación.
- Vaporización (flashing). La válvula es dimensionada para manejar flujo obstruido o crítico, y los materiales del cuerpo para soportar una mayor erosión.
- Material de cuerpo.
- Rango de presión.
- Límites de temperatura.
- Capacidad de válvula (C_v) y tamaño.

2.2.7.2 Dimensionamiento.

Dimensionar una válvula significa determinar el diámetro del orificio de tal manera que cuando debe circular el caudal normal mínimo y normal máximo la apertura se encuentre en el tramo intermedio de su carrera (entre 30% y 70%). La apertura será al 100% para el caudal máximo. Con estas condiciones de cálculo se aseguran capacidades de regulación y rangeabilidad adecuada.

Según la ISA 75.01.01-2012 las ecuaciones de flujo para dimensionar válvulas de control son las siguientes:

a) Fluidos Incompresibles - Flujo de Líquido No Vaporizado.

El flujo de un líquido a través de una válvula de control a una carrera dada es función de la presión diferencial ($P_1 - P_2$) cuando el líquido no vaporiza parcialmente entre la entrada y salida de la válvula.

Si las burbujas de vapor se forman tanto, temporalmente (Cavitación) o permanentemente (flasheando o vaporizando), esta relación puede no ser sostenida.

En la región de transición entre el flujo de líquido no vaporizado y el flujo completamente obstruido, la velocidad de flujo actual es menor que aquel predicho por las ecuaciones en esta sección.

Cuando la cavitación ocurre en esta región de transición puede producir daños físicos para la válvula y/o para la tubería y equipo corriente abajo.

b) Ecuaciones para flujo turbulento.

Las ecuaciones para determinación del flujo de un líquido a través de una válvula bajo condiciones de flujo turbulento no vaporizado son:

$$Q = N_1 F_p C_v \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_1}} \dots \dots \dots \text{ecuación 2.11}$$

$$C_v = \frac{Q}{N_1 F_p} \sqrt{\frac{\frac{\rho_1}{\rho_2}}{\Delta P}} \dots\dots\dots \text{ecuación 2.12}$$

C_v : Indica el caudal de agua en galones/minuto, que pasa a través de la válvula completamente abierta y con caída de presión en ella de 1 psi

Además,

Q : Caudal (GMP)

N_1 : Constante numérica.

F_p : Factor de tubería.

$\frac{\rho_1}{\rho_0}$: Gravedad específica del fluido

$\Delta P = P_1 - P_2$: Variación de la presión.

P_1 : Presión de entrada en Psi

P_2 : Presión de salida en Psi.

c) Constantes Numéricas “N”.

Las constantes numéricas “N” son seleccionadas para adecuar las unidades de medición usadas en las ecuaciones.

Los valores para “N” son listados en el Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3: Constantes numéricas de “N”.

Constant	Flow coefficient C		Formulae unit						
	K_v	C_v	W	Q	$P, \Delta P$	ρ	T	d, D	ν
N_1	1×10^{-1}	8.65×10^{-2}	–	m ³ /h	kPa	kg/m ³	–	–	–
	1	8.65×10^{-1}	–	m ³ /h	bar	kg/m ³	–	–	–
		1	–	gpm	psia	lbm/ft ³	–	–	–
N_2	1.60×10^{-3}	2.14×10^{-3}	–	–	–	–	–	mm	–
		8.90×10^2	–	–	–	–	–	in	–
N_4	7.07×10^{-2}	7.60×10^{-2}	–	m ³ /h	–	–	–	–	m ² /s
		1.73×10^4	–	gpm	–	–	–	–	cS
		2.153×10^3	–	scfh	–	–	–	–	cS
N_5	1.80×10^{-3}	2.41×10^{-3}	–	–	–	–	–	mm	–
		1.00×10^3	–	–	–	–	–	in	–
N_6	3.16	2.73	kg/h	–	kPa	kg/m ³	–	–	–
	3.16×10^1	2.73×10^1	kg/h	–	bar	kg/m ³	–	–	–
		6.33×10^1	lbm/h	–	psia	lbm/ft ³	–	–	–
N_7	4.82	4.17	–	m ³ /h	kPa	–	–	–	–
	4.82×10^2	4.17×10^2	–	m ³ /h	bar	–	–	–	–
		1.36×10^3	–	scfh	psia	–	–	–	–
N_8	1.10	9.48×10^{-1}	kg/h	–	kPa	–	K	–	–
	1.10×10^2	9.48×10^1	kg/h	–	bar	–	K	–	–
		1.93×10^1	lbm/h	–	psia	–	R	–	–
N_9 ($t_s = 0^\circ\text{C}$)	2.46×10^1	2.12×10^1	–	m ³ /h	kPa	–	K	–	–
	2.46×10^3	2.12×10^3	–	m ³ /h	bar	–	K	–	–
		6.94×10^3	–	scfh	psia	–	R	–	–

Fuente: Norma ANSI/ ISA 75.01.01-2012.

d) Factor geométrico por tubería.

El factor geométrico de tubería toma en cuenta los accesorios adjuntos tanto a la entrada o salida de la válvula, de aquel disturbio en flujo para extender la capacidad de válvula que es afectada. Es actualmente la relación del coeficiente de flujo de una válvula con accesorios adjuntos al coeficiente de flujo, una válvula instalada en una tubería recta del mismo tamaño que la válvula.

Para máxima exactitud F_p puede ser determinado por procedimientos de pruebas especificado en la norma ANSI/ISA S75.02 Donde los valores estimados son permisibles, puede ser determinado usando la siguiente ecuación:

$$F_p = \left(\frac{\sum \zeta C_1^2}{N_{2d^4}} + 1 \right)^{-1/2} \dots\dots\dots \text{ecuación 2.13}$$

En muchos ejemplos los tamaños nominales para válvulas y tubería (d y D) pueden ser usados en ecuaciones sin un error significativo.

El factor ζ es la suma algebraica de los coeficientes de cabeza velocidad efectiva de todos los accesorios adjuntos pero no incluye la válvula. Por ejemplo:

$$\zeta = \zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_{B1} - \zeta_{B2} \dots\dots\dots \text{ecuación 2.14}$$

Donde ζ_1 y ζ_2 son los coeficientes de resistencia de los accesorios de entrada y salida, respectivamente y ζ_{B1} y ζ_{B2} son los coeficientes Bernoulli para los accesorios de entrada y salida respectivamente.

Los coeficientes Bernoulli compensan los cambios en presión, resultando de las diferencias en la corriente de área y velocidad. Cuando los diámetros de los accesorios de entrada y salida son idénticos da $\zeta_{B1} = \zeta_{B2}$ ambos factores caen o salen fuera de la ecuación.

Cuando los diámetros de los accesorios de entrada y salida son diferentes ζ_B es calculado como sigue:

$$\zeta_B = 1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \dots\dots\dots \text{ecuación 2.15}$$

Si valores experimentales para los coeficientes de resistencia ζ_1 y ζ_2 están disponibles, valores estimados pueden calculados como sigue.

Cuando el reductor y la expansión son el mismo tamaño:

$$\zeta_1 + \zeta_2 = 1.5 \left(1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2 \dots\dots\dots \text{ecuación 2.16}$$

2.2.8 Interfaz Hombre Maquina (HMI).

Según Siemens, una Interfaz Hombre-Máquina, Human Machine Interface (HMI), por sus siglas en inglés, es un sistema que permite la visualización de datos a un operador en tiempo real y a través del cual éste controla un determinado proceso. La industria de HMI surgió de la necesidad de estandarizar el monitoreo y control de sistemas a distancia,

PLCs y otros mecanismos de control. Un HMI es una ventana de un proceso, indispensable en procesos automáticos permite monitorear, controlar y visualizar las variables. Se puede ubicar en tableros electrónicos o paneles de operador.

Desde fines de la década de los 90's, la gran mayoría de los productores de sistemas PLC ofrecen integración con sistemas HMI. Y muchos de ellos utilizan protocolos de comunicaciones abiertos y no propietarios, que han permitido masificar este tipo de sistemas y ponerlos al alcance de las pequeñas empresas. En la Figura 2.12 se muestra el HMI que se plantea usar.



Figura 2.12: HMI KTP1000.
Fuente: Siemens. (2009)

Actualmente, la industria pone a disposición del mercado un amplio abanico de sistemas HMI, orientados a satisfacer distintos niveles de necesidades. Están los HMI básicos, que pueden ser simplemente una interfaz de panel con una mínima cantidad de data, pero también hay soluciones empaquetadas, a las que pueden agregárseles herramientas de espectro más amplio. Y eso ha hecho que la mayoría de las empresas, sin importar su tamaño, no conciban sus procesos sin herramientas de este tipo (Electro Industria, 2007).

La programación del HMI se realizará de tal manera que permita monitorear las variables de estado y datos analógicos, creación de reportes de totalizado despachado en los camiones por día y reconocimiento de alarmas.

III: MARCO METODOLÓGICO.

3.1 ENFOQUE Y DISEÑO.

3.1.1 Enfoque.

Esta investigación tiene un enfoque mixto porque determina los instrumentos necesarios y dimensionamiento de los mismos (cuantitativo), y realiza una descripción de las especificaciones y modo de operación de los componentes seleccionados (cualitativo).

3.1.2 Diseño.

Para la investigación se eligió un diseño no experimental, ya que se tiene como objetivo diseñar un sistema el cual no se realiza una manipulación deliberada de las variables solo se comprueba los resultado por medio de simulaciones.

3.2 SUJETOS DE LA INVESTIGACIÓN.

En esta investigación no hay sujetos y muestras a ser analizadas, por tratarse de un diseño de un sistema de automatización, en donde solo se analizan los resultados en base a teorías científicas y simulaciones.

3.3 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.

El procedimiento desarrollado en esta investigación se centra en el diseño de la automatización del despacho de ácido clorhídrico y así mejorar el control de entrega a los camiones cisternas por parte de la empresa QUIMPAC S.A.

Para lograr el objetivo de mejorar el despacho de ácido clorhídrico es necesario seleccionar la correcta instrumentación industrial que permita controlar el totalizado del

fluido que interviene en el proceso para ello se usa un medidor de flujo electromagnético resistente a la corrosión y con menor probabilidad de fallas, el cual cuenta con reducido mantenimiento. Se realizó la selección y dimensionamiento de las válvulas con posicionador, este tipo de válvula permite regular el flujo que atraviesa en la tubería PVC, es decir mientras se aproxima al valor de Set Point del flujo a despachar, la válvula con posicionador tiende a cerrarse para limitar el paso del fluido.

Adicionalmente se usa otro tipo de válvulas conocidas como solenoide o válvula electroneumática, en este proyecto se contempla utilizar dos válvulas. Una de estas se utilizará en condiciones normales en posición abierta para la recirculación del fluido que parte de la tubería de PVC al tanque de almacenamiento del ácido clorhídrico, en condiciones de operación es decir cuando se inicia despacho, esta válvula se cerrará con el fin de que el producto circule a través del bypass en línea de despacho hacia el camión cisterna. La siguiente válvula solo se abrirá en condiciones de operación cuando se realice un despacho, su función principal es liberar los gases acumulados en la tubería.

Posteriormente se realizó la selección de un controlador lógico programable PLC, este permite realizar la programación según la secuencia establecida del sistema de despacho de ácido clorhídrico, para ello se prevé todos los enclavamientos de seguridad necesarios a utilizar para garantizar el correcto funcionamiento de este sistema sin tener tiempos muertos por rotura de tubería PVC o valor de despacho mayor al Set Point programado en HMI.

Luego, el HMI a usar permitió realizar la configuración del proceso a tiempo real, el uso de este equipo también permitió obtener reportes de totalizados de despacho por mes con el fin de tener un históricos de estos valores. Otra funcionabilidad del HMI es la interacción con el operador es decir a través de este se dará inicio o paro a la secuencia de despacho. Con el fin de verificar que el diseño del sistema de automatización para el despacho de ácido clorhídrico funcione correctamente y así mejorar el control de entrega se procedió a simular el sistema en un prototipo en donde se verificará que lo mencionado anteriormente cumpla adecuadamente a la hipótesis planteada.

Finalmente se realizó una descripción de los costos que demandaría la implementación del nuevo sistema de despacho realizado en esta investigación.

3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

No se emplea ninguna técnica de procesamiento de datos, debido a que no se realiza ningún análisis estadístico. Se utilizó el software STEP7 Basic para hacer el programa de control que permita automatizar el proceso, así mismo también se utilizó el software Wincc para la configuración del HMI, los datos obtenidos en las simulaciones permiten ajustar los parámetros de control.

Los siguientes Software se emplearon para realizar la investigación:

- Software para la programación del PLC (STEP 7 Basic).
- Software para la simulación del HMI (Wincc).
- Software para la redacción del informe final de la investigación (Microsoft Office).

3.5 ASPECTOS ÉTICOS.

En el desarrollo de esta investigación no incluye ningún riesgo hacia las personas, animales o medio ambiente, porque se trata del diseño de un proceso donde los equipos utilizados (Mayormente equipos de oficina) no son contaminantes ni peligrosos.

La autenticidad y originalidad de esta investigación es sustentada por medio de la Declaración Jurada proporcionada por la Oficina Central de Investigación (OCIN-VRI-UNP), que se muestra en el anexo N° 7.

IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.

4.1 CONTROL DEL TOTALIZADO DEL FLUIDO QUE INTERVIENE EN EL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE LA SELECCIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL.

Cuadro 4.1: Resultados de los antecedentes de la investigación.

AUTOR	AÑO	TITULO DEL TRABAJO	CONCLUSIÓN
Barcarolo	2014	“Reforma del sistema de carga de ácido sulfúrico para despacho en camiones”	Se concluye el diseño de automatización del despacho del ácido clorhídrico en camiones cisternas, minimiza tiempos de operación ocasionado por errores humanos dado que el controlador lógico programable PLC y la programación realizada con los enclavamientos de seguridad garantiza la confiabilidad en la operación del sistema; adicionalmente el tiempo de operación de despacho que se utilizará es menor a un proceso de despacho manual reduciendo la exposición del operador al ácido clorhídrico y los gases del mismo durante la carga de ácido.
Chamochembi, Torres, Rodas y Díaz	2015	“Propuesta de mejora del proceso de carga de combustibles líquidos en camiones cisterna en un terminal de almacenamiento de combustible”	La selección de la instrumentación y equipos de control usado para la interacción del operador y el proceso, optimiza el proceso de carga de ácido clorhídrico.

Continuación del Cuadro 4.1

Olazábal Trejo y Tejada	2014	Diseño de un sistema automático de instrumentación para la planta de almacenamiento y despacho de petróleo de la empresa Olympic Perú-Piura	El uso del método de control ON/OFF y lógica de programación aplicada para el diseño de sistema de automatización permite tener un despacho del producto exacto.
García	2009	Diseño de un sistema de monitoreo y control para cargas de buques y cisterna en la planta Metanol de oriente Metor, S.A.	La programación del controlador lógico programable garantiza confiabilidad en el proceso de despacho de ácido clorhídrico, así mismo la interfaz hombre maquina utilizada para el monitoreo del proceso es de vital importancia ya que se obtiene un histórico de cantidad de despachos realizados por día.

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Resultados.

Para tener un control totalizado del fluido de ácido que se despacha a los camiones cisternas se realizó previamente un análisis de la instrumentación necesaria para poder automatizar el proceso. A continuación se describe las características de operación en modo actual para realizar la selección y dimensionamiento de estos equipos.

4.1.1.1 Descripción del proceso actual.

El proceso de despacho de ácido clorhídrico en la empresa QUIMPAC S.A, se realiza a través de dos líneas que parten de un mismo tanque de almacenamiento cuya capacidad es de 200 t. El proceso de despacho es controlado de forma manual aplicando el siguiente procedimiento.

Los camiones cisternas de una capacidad hasta 18 t. ingresan a la zona de balanzas camioneras, en donde se toma el valor de peso de cada camión. A continuación el camión cisterna es estacionado en la zona de despacho y el operador procede a realizar la conexión de la manguera línea de despacho en el camión cisterna, una vez finalizada la conexión el operador abre manualmente la válvula de despacho y procede a encender la

bomba de descarga para iniciar el proceso de descarga. El operador en base a su experiencia estima un valor aproximado a la consigna de despacho, inmediatamente detiene la bomba, si se quiere un llenado rápido se cierra la válvula de recirculación caso contrario se mantiene abierta.

El camión cisterna se dirige nuevamente al sistema de balanzas tomando el valor de peso bruto del camión, para conocer el valor de despacho es decir el peso neto se procede a restar el valor peso bruto y peso tara. Este valor de peso despachado se debe encontrar en el rango de ± 0.05 t, en caso de sobrepasar este valor es considerado como pérdida para la compañía ya que al sacar el producto generalmente ocurre derrames. Posteriormente si este valor es menor el camión se dirige nuevamente al sistema de despacho para despachar el producto faltante en forma manual hasta completar el peso requerido.

4.1.1.2 Descripción de los elementos del sistema actual.

El sistema actual de despacho con control manual consta de dos líneas, cada una con los siguientes elementos (Figura 4.1): Bomba de recirculación, válvula de recirculación, válvula de despacho, válvula de absorción de gases y el tanque de almacenamiento que es común para ambas líneas. El ácido es conducido por tuberías de PVC.

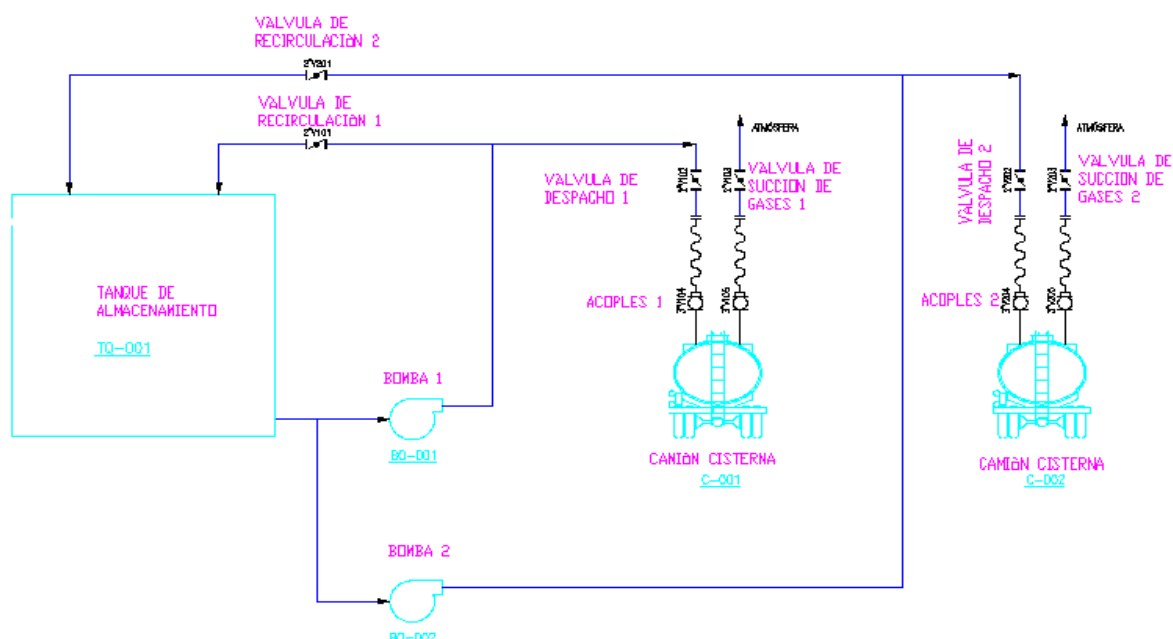


Figura 4.1: Esquema del sistema actual.

Fuente: Elaboración Propia.

a) Bomba centrífuga.

Esta es una bomba del tipo centrífuga antiácida con sello mecánico accionada por un motor eléctrico de 10 HP, instalada de forma horizontal sobre una base de concreto como se muestra en la Figura 4.2, esta bomba la línea de succión como la de descarga es de 2" de diámetro, para acoplarla a la tubería de la línea se ha colocado un acople acondicionador de 2" a 4" con sus bridas respectivas.

Las bombas cuentan con arranque en modo local, a través de una botonera RUN/STOP instalado en campo.

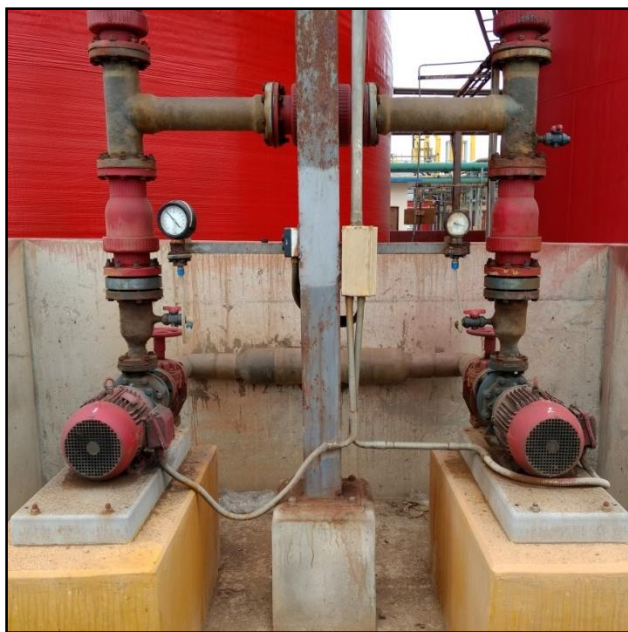


Figura 4.2: Bombas de descarga de las líneas 1 y 2 respectivamente.
Fuente: Fotografía de kelly Pérez.(QUIMPAC S.A. ,2017)

Las características principales de esta bomba se muestran en el Cuadro 4.2

Cuadro 4.2: Características de la bomba de descarga.

BOMBA DE DESCARGA	
Tipo	Electrobomba centrífuga
Modelo serie	SLP 2000
Capacidad	35 GPM
Potencia	10 HP
Línea de succión	2"
Línea de descarga	2"

Fuente: Elaboración propia. Datos tomados de la placa del motor y la bomba.

b) Válvulas de recirculación.

Estas son válvulas tipo mariposa de apertura y cierre a través de un accionamiento mecánico de forma manual, como se ve en el círculo color rojo de la Figura 4.3. La función de esta válvula es hacer una recirculación del ácido es decir retornar al tanque cuando la válvula de despacho se cierre, de igual manera permite hacer un despacho del producto de forma más rápida al ponerla en su posición de cerrado, esto debido a que el flujo solamente tendrá una salida que es a través de la válvula de despacho.



Figura 4.3: Válvula de recirculación.

Fuente: Fotografía de Kelly Pérez.(QUIMPAC S.A. ,2017)

c) Válvulas de despacho.

Estas son válvulas que permiten controlar de forma manual el despacho del ácido clorhídrico, están instaladas al final de cada línea donde su salida se acopla a la manguera flexible que sirve como surtidor, son válvulas tipo mariposa de un diámetro de 3”.

d) Válvulas de absorción de gases.

Son válvulas manuales de mariposa de 3” de diámetro permiten eliminar los gases que se pueden originar cuando se están llenando los camiones cisternas con ácido clorhídrico. Con la apertura de esta válvula, permite desfogar el aire contenido en la cisterna que es desplazado por el ácido clorhídrico cuando ingresa en el tanque del camión cisterna.

e) Tuberías.

Las tuberías que conforman las líneas de despacho conducen el ácido clorhídrico desde el tanque de almacenamiento hacia los tanques de los camiones cisternas, estos son de material PVC por ser resistentes a la corrosión. El tramo que conforma desde el tanque de almacenamiento y recirculación del ácido son de un diámetro de 4”, la derivación hacia las válvulas de despacho son de un diámetro de 3”. Estas tuberías están endosadas sobre una estructura metálica diseñada para este fin, a una distancia de dos metros tiene soportes que evitan la flexión especialmente donde están las válvulas. La tubería de salida de gases es del mismo material con un diámetro de 2”, un extremo tiene salida directa al espacio y el otro se acopla una manguera flexible que se conecta al tanque del camión cisterna.

4.1.1.1 Proceso que se desea implementar.

A continuación se realiza una descripción del proceso a implementar de tal forma que permita realizar un control automático al sistema de despacho de ácido clorhídrico.

La bomba centrífuga de cada línea recircula el ácido clorhídrico desde el extremo inferior al superior del tanque, el operador a través del comando START desde el HMI acciona su arranque, así mismo el comando STOP detiene el equipo. Para el funcionamiento de la secuencia automática esta bomba se debe encontrar arrancada.

El proceso consiste de la siguiente secuencia: cuando el camión cisterna se estaciona sobre la zona de abastecimiento el operador de forma manual debe realizar el conexionado de las mangueras de abastecimiento y la manguera de succión de gases en el tanque del camión cisterna, luego se dirige hacia el HMI donde configura los parámetros de entrega según la capacidad del camión cisterna (Toneladas), y finalmente da la orden de inicio del proceso accionando botón inicio de secuencia en interfaz hombre maquina HMI.

El sistema contará con un medidor de caudal el cual envía la señal al PLC y este controla la apertura o cierre de la válvula con posicionador (válvula de despacho) de tal forma que regule el paso del flujo de ácido. La válvula de recirculación es una válvula del tipo ON/ OFF controlada desde el PLC que permanece cerrada mientras la diferencia entre el valor programado (Set Point) y el valor despachado (valor actual) sea grande, cuando esta diferencia sea pequeña esta se abre. La válvula de succión de gases se debe abrir cuando el camión cisterna se estaciona en la zona de abastecimiento, para ello el PLC recibe la confirmación de presencia de cisterna por medio de un sensor óptico de barrera.

El HMI no solo permite programar la cantidad de ácido a despachar, sino, también permite registrar la cantidad total despachada, hora, fecha, y hacer registros que permitan realizar un control más adecuado de la cantidad despachada.

El sistema cuenta con restricciones para el inicio del despacho, cuando presente alarmas por una señal incorrecta, las válvulas no confirman el estado abierto o cerrado, el tanque de almacenamiento presenta niveles bajos de ácido o cuando este activada un paro de emergencia.

Para logra este requerimiento se selecciona los equipos necesarios como; válvulas que permitan ser controladas con un controlador, instrumentos de medición y una interface hombre máquina (HMI) para interactuar y efectuar los cambios requeridos para los diferentes capacidades de entrega a los camiones cisternas.

Los elementos principales de este sistema será un controlador PLC, que tendrá el control de los actuadores (válvulas), interactuar con el HMI y los elementos de medición (sensores).

4.1.1.2 Diagrama de flujo de la operación en modo automático.

En la Figura 4.4 se muestra el diagrama de flujo del modo de operación automático del sistema de despacho de ácido clorhídrico. El diagrama de flujo describe las condiciones iniciales de operación y las condiciones en las que las válvulas se deben abrir o cerrar.

4.1.1.3 Selección de componentes para el sistema de control automático.

En esta sección se realizó la selección y dimensionamientos de la instrumentación para efectuar el proceso en modo automático. El esquema de la Figura 5.5 muestra el diagrama PID de la instrumentación a utilizar.

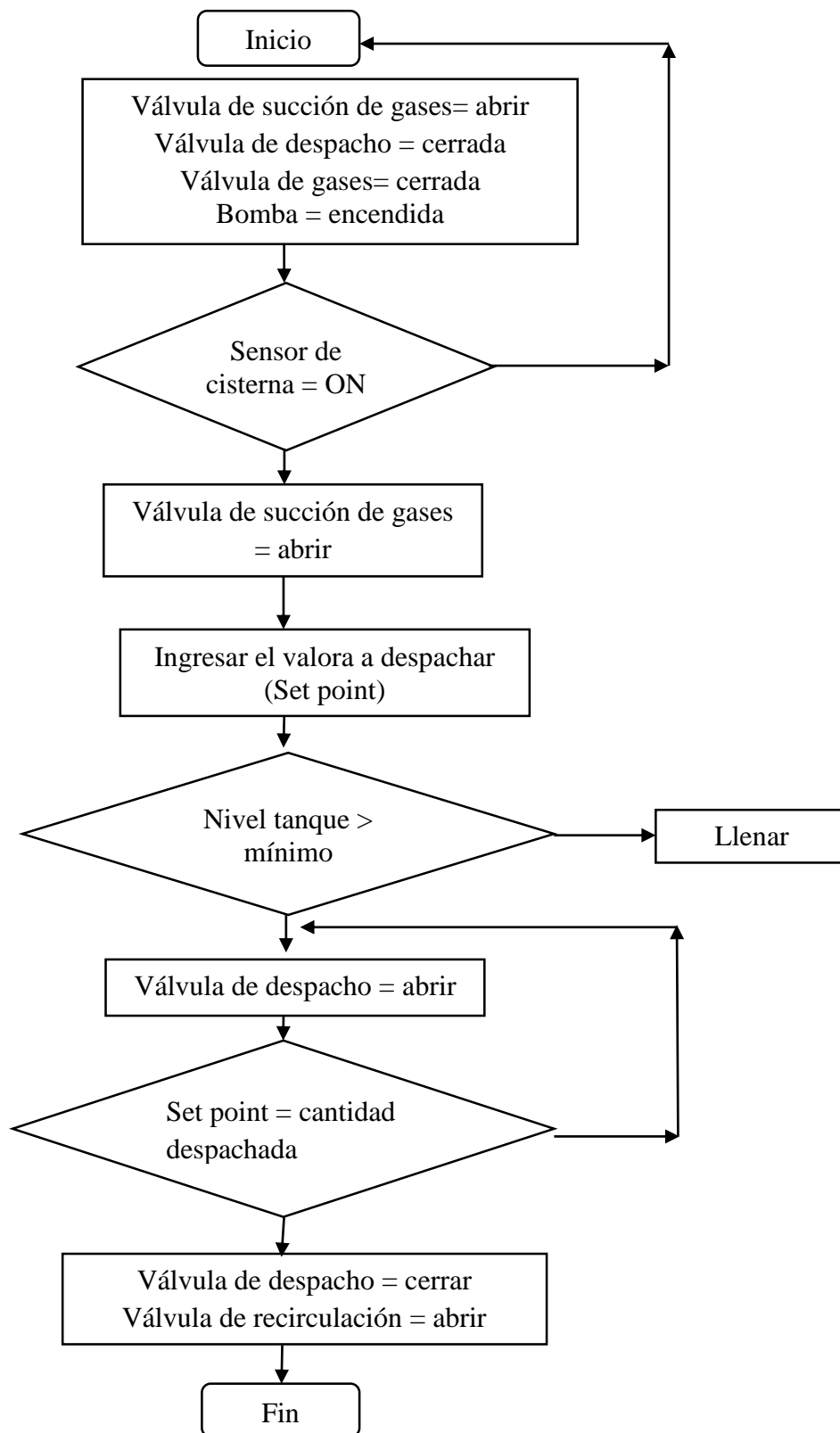


Figura 4.5: Diagrama de flujo del proceso en modo automático.

Fuente: Elaboración propia.

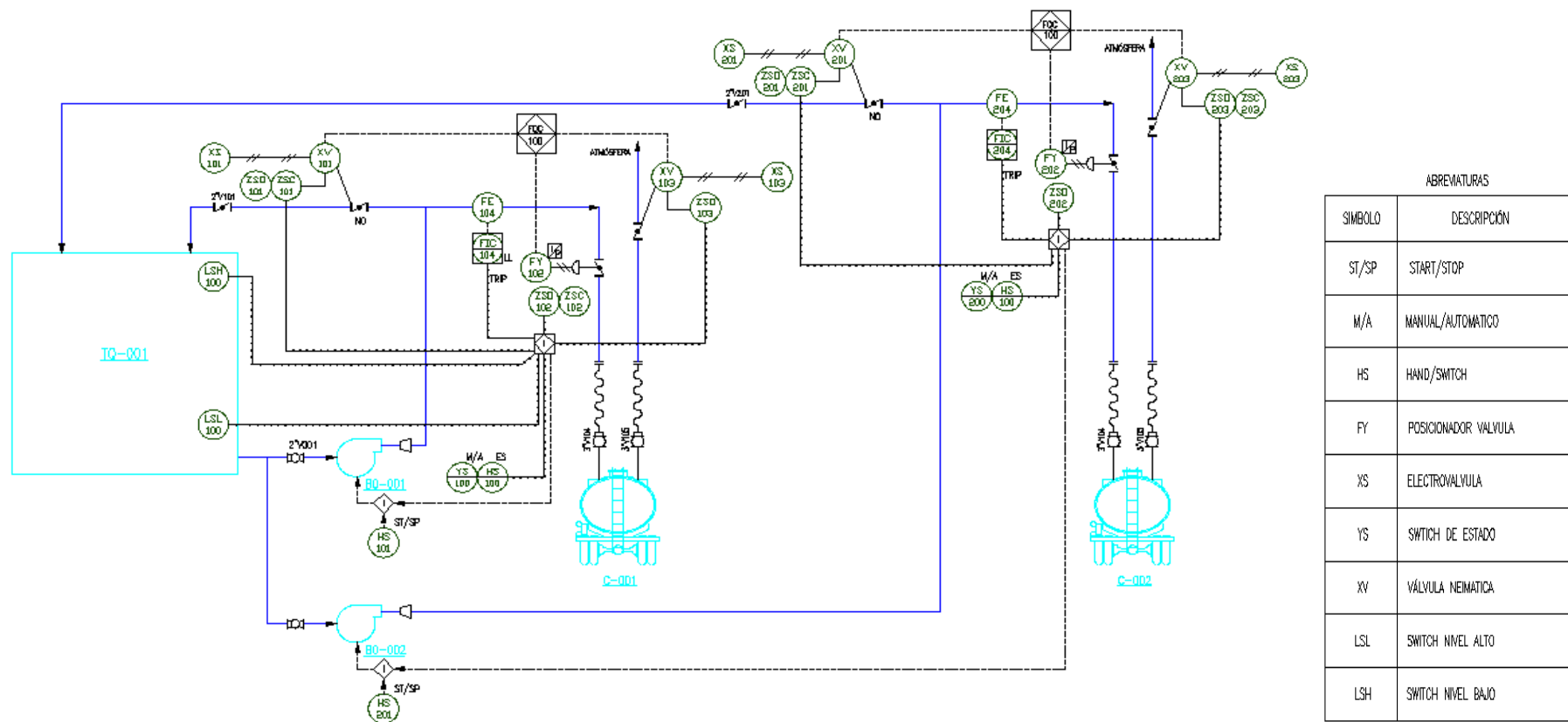


Figura 4.5: Diagrama de instrumentación PID.

Fuente: Elaboración propia.

a) Válvula de control ON/OFF.

Para el Sistema de recirculación del ácido se utilizan válvulas cuya función es controlar el reingreso del ácido hacia el tanque, y también en las líneas de succión de gases. Para la selección de estas válvulas se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones:

La válvula de recirculación debe ser normalmente abierta con la finalidad de que estando sin energía esta permanezca en ese estado. Para acelerar el despacho, esta válvula se cerrará siempre y cuando la válvula de despacho haya confirmado su apertura, luego cuando este por finalizar el despacho se abrirá nuevamente.

La válvula de succión de gases es normalmente cerrada. Esta se abrirá automáticamente cuando se detecte a una cisterna estacionada y se volverá a cerrar cuando la cisterna se haya retirado. Otras consideraciones que se tuvieron en cuenta para la selección de estas válvulas son:

- Trabajar en ambiente de vibración y ruido.
- Soportar las condiciones ácido del fluido.
- Tener fácil acceso para la instalación y mantenimiento.
- Señal de control digital con confirmación de apertura y cierre.

Al tratarse de una válvula cuyo control será ON/OFF se selecciona una válvula del tipo mariposa ON/OFF porque presentan un tiempo pequeño para pasar del estado abierto a cerrado y viceversa.

Por el tipo de fluido a manejar (corrosivo) el cuerpo de la válvula debe ser, de material termoplástico. Además tener un control discreto la selección de la válvula será cualitativa y según los catálogos de los fabricantes.

Sus características principales de estas válvulas son:

Cuadro 4.3: Características de las Válvulas ON/ OFF Seleccionadas.

VÁLVULA	RECIRCULACIÓN	ADSORCIÓN DE GASES
Tipo	Mariposa	Mariposa
Tipo de conexión	Wafer	Wafer
Tamaño	3 pulgadas	2 pulgadas
Material del cuerpo	PVC	PVC
Material de asientos y sellos	FKM O nitrilo	FCM o nitrilo
Diámetro de la tubería	3"	2"
Posición inicial	Normalmente abierta	Normalmente cerrada

Fuente: Elaboración propia.

b) Actuador.

Para realizar el control de apertura y cierre automático de la válvula, se necesita de un dispositivo que lo realice.

El actuador neumático seleccionado para esta aplicación es uno de la serie ADA, doble efecto accionado por un mecanismo piñón – cremallera, por ser más compacto y control robusto de la válvula que permite un funcionamiento confiable y de durabilidad excepcional bajo ambientes de trabajo ásperos, además es compatible con la válvula tipo mariposa seleccionada anteriormente.

La serie ADA ofrece indicadores de posición integrados en su cuerpo, esto permite colocar finales de carrera para confirmar la apertura o cierre de la válvula, condición importante para realizar nuestro control del sistema de despacho. La conexión neumática es de ¼ NTP.

Para la válvula de recirculación se propone un actuador neumático ASR tipo piñón y cremallera de simple efecto, tamaño 80 y de 5 resortes por lado.

Para la línea de succión de gases se propone un actuador neumático ADA tipo piñón y cremallera doble efecto tamaño 20.

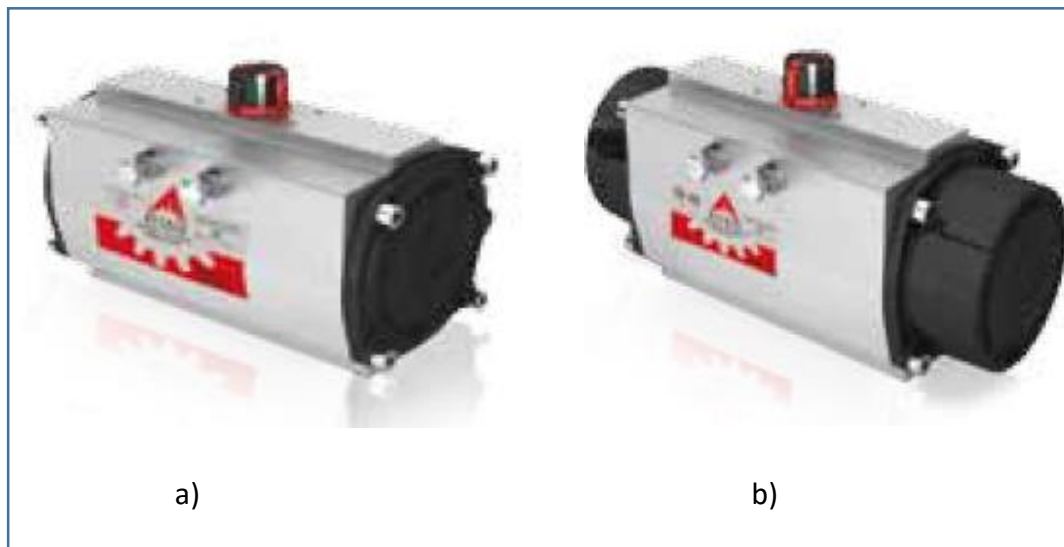


Figura 4.6: Actuadores neumáticos a) ADA doble efecto b) ASR simple efecto
Fuente : ACTREG. (2017)

c) Electroválvulas.

El actuador debe tener un control para apertura o cerrar el paso de aire que permite generar el torque necesario en el actuador para posicionar la válvula, esto se logra gracias a una electroválvula la cual permite tener un control discreto.

Para este proceso se propone una electroválvula neumática de la serie L1, 5/2 vías con conexión NTP $\frac{1}{4}$, bobina simple a 24V DC, normalmente cerrada. Las electroválvulas son adheridas al cuerpo del actuador neumático.

d) Válvula de despacho.

Las válvulas de despacho tienen un posicionador y están ubicadas en la parte final de cada línea de despacho. Mediante el accionamiento de estas válvulas se inicia y finaliza el despacho, también se regula el caudal para así realizar un despacho de acuerdo a lo programado por el operador inicialmente.

Selección de la válvula de despacho.

El tipo de válvula para hacer el control de despacho se propuso una tipo mariposa, por ser capaz de producir altas caídas de presión y asegurar cierre firme además, sus características de auto limpieza y su patrón de flujo lineal son adecuadas para algunos servicios sólidos-líquidos.

Su operación consiste en la rotación de un disco usualmente 90°, lo que hace variar el área entre las paredes del cuerpo y el disco, lo que originará una regulación del flujo a través de la válvula con un patrón determinado.

Las características que determinan su selección para este proceso son:

- Altas capacidades, para un tamaño dado.
- Económicas especialmente en tamaños grandes.
- No permite la formación de sedimentos.
- Menor mantenimiento.

Dimensionamiento de la válvula de despacho.

A continuación se describe el procedimiento del cálculo de la válvula de control: este cálculo consiste en determinar el Cv de la válvula y de esta forma poder hacer el control adecuado.

Datos del proceso:

Fluido: ácido clorhídrico.

Densidad = $1165 \frac{kg}{m^3}$

Gravedad específica (Gv)= 1.165

Diámetro de la tubería: 3 pulgadas, cedula 40.

Potencia de la Bomba = 10 HP

Primero calcularemos la caída de presión de la válvula

$$\Delta P = P_1 - P_2$$

Donde P_1 es la presión de entrada en la válvula, es decir la presión en el inicio de la tubería de succión menos las pérdidas producidas por la fricción de la tubería y accesorios; P_2 es la presión en la salida de la válvula de control, en este tramo la tubería está en posición vertical y el fluido cae por gravedad vertiendo en el tanque del camión cisterna donde desemboca a la atmosfera libre, pero en la unión de la manquera flexible y el tanque del camión cisterna hay un pequeño estrangulamiento produciendo una pequeña pérdida de la presión.

El valor de la presión P_1 se calcula a partir de la ecuación de potencia de una bomba en unidades inglesas es:

$$P = \frac{Q(GPM).P(Psi)}{1714} (HP) \quad (3.1)$$

Donde P es la potencia de la bomba (10 HP), Q caudal, P presión del sistema. Para poder determinar la presión primero es necesario calcular el caudal del sistema, la velocidad del fluido está en función del diámetro de la tubería según el Cuadro 4.4

Cuadro 4.4: Diámetro de la tubería de succión en función a la velocidad.

Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
50	0,75
75	1,10
100	1,30
150	1,45
200	1,60
250	1,60
300	1,70
400 o mayor	1,80

Fuente: Manual de Hidráulica de Azevedo Netto.

Como dato tenemos el diámetro de la tubería de 3 pulgadas que según la tabla corresponde a una velocidad de 1.10 m/s, entonces el caudal se determina por la ecuación

3. 2, en $\frac{m^3}{s}$

$$Q = VA \quad (3.2)$$

En donde V es la velocidad del fluido y A es el área de la sección interna por donde pasa.

$$A = \pi * (d)^2 = \pi * 0.076^2 = 0.018 \text{ m}^2$$

$$Q = 1,10 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.018 = 0.0199 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 71.85 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Convirtiendo a galones por minuto se obtiene

$$Q = 17.96 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 79.1 \text{ GPM}$$

Luego, de la ecuación 3.1 despejamos la potencia en (p) y reemplazando el valor de Q (considerando para el diseño un valor de 70 GPM como flujo máximo) se obtiene la presión del sistema;

$$p = \frac{P * 1714}{Q} = \frac{10 * 1714}{70} = 244.9 \text{ psi} = 245 \text{ psi}$$

El valor de la P1 (entrada en la válvula de control) es igual a $P1 = p - pe$, en donde pe son las pérdidas de presión producto de las tuberías y accesorios (una T y dos codos) la altura a la que se tiene que elevar el fluido es de 5 m, por lo que se considerará para el diseño una pérdida pequeña de presión del 10% del valor de p .

$$P1 = p - 10\%p = 0.9p = 0.9 * 245 \text{ psi} = 220.5 \text{ psi}$$

La desembocadura del fluido es a través de una tubería vertical de 3 pulgadas donde cae por gravedad, la válvula de control se ubicará en esta zona, el acople hacia el tanque del camión cisterna es a través de una manguera flexible del mismo diámetro y tiene un mecanismo de unión en el extremo, por tanto las pérdidas de presión en este tramo son mínimas, entonces para el diseño se considera una pérdida de presión del 2% $P1$ que sería el valor de $P2$.

$$P2 = P1 - 2\%P1 = 0.98P1 = 0.98 * 220.5 = 216.09 \text{ psi} = 216 \text{ psi}$$

Con el valor de $P1$ y $P2$ podemos hallar el valor de ΔP .

$$\Delta P = P1 - P2 = 220.5 - 216 = 4.5 \text{ psi}$$

Con estos datos podemos hallar un Cv tentativo aplicando la ecuación 2.12

$$C_v = \frac{Q}{N1_1 F_p} \sqrt{\frac{Gp}{\Delta P}}$$

El valor de “N1” según el Cuadro 2.3 es N1 =1, el factor geométrico de la tubería (Fp) para el cálculo preliminar se va a suponer igual a 1, posteriormente se corrige este valor. Reemplazando estos valores en la ecuación 2.12 se tiene

$$c_v = \frac{70}{1 * 1} \sqrt{\frac{1.116}{4.5}} = 34.9$$

Del anexo 3 Ficha Técnica válvula mariposa marca ASAH I (tipo 57) se tiene que una válvula de 3” de cuerpo, con un C_v al 90% de apertura = 300, el cual es superior al calculado y cumple con el requerimiento de que el $C_v(34.9)$ normal o máximo debe quedar entre el 70% - 80% de la apertura de la válvula.

Ahora calculamos el factor geométrico de la tubería (F_p) aplicando la ecuación 2.13

$$F_p = \left[1 + \frac{\Sigma \zeta}{N_2} \left(\frac{c}{d^2} \right)^2 \right]^{-\frac{1}{2}}$$

En donde

$$\Sigma \zeta = 1.5 \left[\left(1 - \frac{d^2}{D^2} \right)^2 \right]$$

d = diámetro nominal de la válvula 3”

D = diámetro interno de la tubería = 3.068 pulgadas (diámetro nominal 3” cedula 40)

C = es el C_v de la válvula calculada previamente al 90% de apertura= 34.9

N2 = coeficiente según Cuadro 2.3 = $8.90 * 10^2$

Reemplazando tenemos:

$$\Sigma \zeta = 1.5 \left(1 - \frac{3^2}{3.068^2} \right)^2 = 2.88 \times 10^{-3}$$

$$F_p = \left[1 + \frac{2.88 \times 10^{-3}}{8.90 \times 10^2} \left(\frac{300}{3^2} \right)^2 \right]^{\frac{-1}{2}} = 0.999$$

Con este valor recalculamos el Cv para nuestra válvula según la ecuación 2.12

$$c_v = \frac{Q}{N1_1 F_p} \sqrt{\frac{Gp}{\Delta P}} = \frac{75}{1 \times 0.999} \sqrt{\frac{1.116}{4.5}} = 37.4$$

Por el tipo de diseño seleccionado el factor F_p es prácticamente 1, haciendo que el valor de Cv, varié muy poco. Por tanto la válvula seleccionada queda definida según el Cuadro 4.5.

Cuadro 4.5: Características de la válvula de control seleccionada.

CONDICIONES DEL PROCESO	Fluido	Ácido clorhídrico	
		Unts.	Valor
	Presión de entrada	Psi	220.5
	Presión de salida	Psi	216
	Flujo	GPM	75.00
	Cv requerido		37.4
	D. de la Tubería de entrada/cédula	Pulgadas	3/40
	D. de la tubería de salida/ cedula	Pulgadas	3/40
CUERPO	Tipo	Mariposa	
	Tamaño	3"	
	Tipo de conexión en la entrada y salida	WAFER	
	Material	PVC	
TRIM	Tipo	Guiado arriba	
	Característica	Igual porcentaje	
	Ratio	Cv =34.9 FL = 0.87	

Fuente: Elaboración propia.

e) Posicionador.

Las válvulas accionadas neumáticamente dependen de un posicionador para tomar una señal de entrada desde un controlador de proceso y convertirlo en un recorrido de válvula. Para la válvula seleccionada tipo mariposa el posicionador más adecuado es del tipo electroneumático rotativo Figura 4.7. Este dispositivo permite controlar la apertura o cierre de la válvula a partir de una señal de entrada analógica.

Las características que debe tener este dispositivo para nuestra aplicación son las siguientes.

- Debe controlar una señal neumática dentro del rango estándar (3-15 Psi)
- Posicionar Analógica I/P



Figura 4.7: Posicionador electroneumático rotativo.
Fuente: Power Genex. (2018)

Características del posicionador.

Dentro de las principales características de este equipo proporcionadas por el fabricante destacan:

- Fácil mantenimiento
- Calibración precisa con ajustes simples de SPAN y CERO
- Conversión simple a acción directa o acción inversa

- 1/2 rango dividido disponible
- Carcasa de aluminio con recubrimiento resistente a la corrosión
- Diseño resistente a las vibraciones
- Medidores de acero inoxidable estándar
- Kit de orificio de válvula de piloto restringido para actuadores pequeños incluidos certificados para ATEX Eex md IIB T5 (05 ATEX 1076X) por NEMKO en conformidad con EN 50014: 1997, EN 50018: 2000 y EN 50028: 1987

Cuadro 4.6: Características eléctricas del posicionador.

Especificación	Descripción
Señal de entrada	4 -20 mA DC
Suministro de aire	Max 7 bar-100Psi
Ángulo de funcionamiento	60-100°
Conexión eléctrica	G ½ o NTP ½
Clase de protección	IP65

Fuente: Elaboración propia.

f) Transmisor de Flujo.

Para realizar un control de la cantidad de toneladas de ácido despachadas a los tanques de los camiones cisternas, es necesario realizar una medición del flujo cuyo elemento de medida será un transmisor de flujo el cual permite medir el caudal desplazado y a la vez enviar una señal analógica hacia el PLC en función del caudal.

Cada línea contará con un flujómetro electromagnético, el cual medirá el caudal y totalizará el volumen (m^3) despachado. Con la densidad del ácido se puede calcular la cantidad en toneladas de ácido despachado.

Además, el PLC recibe una señal de 4-20 mA para medir el caudal instantáneo, con esta señal el PLC sabe si está circulando fluido por la tubería.

La parte de la medición del paso del flujo lo realiza un sensor de flujo con conexión a tubería de 3 pulgadas, y una protección IP 65, puesto que estará expuesto a un ambiente corrosivo y a vibraciones.

Según lo descrito anteriormente el transmisor de flujo adecuado para este sistema de control es de las siguientes características. El transmisor de flujo para esta aplicación se seleccionó uno que tenga salida estándar (4-20mA) Figura 4.8, las características proporcionadas por el fabricante de este instrumento se describen a continuación.



Figura 4.8: Caudalímetros electromagnéticos - Conversor de señal IFC 100.
Fuente: Krohne.

El convertidor de señal es compatible con casi cualquier sensor de flujo en el rango OPTIFLUX y WATERFLUX. Convierte la tensión de señal proporcional de flujo en valores digitales y filtra las señales de ruido e interferencia. A partir de la señal filtrada, se calculan la velocidad del flujo, el flujo volumétrico y el flujo másico.

Características principales.

- Para operar con una amplia gama de sensores de flujo OPTIFLUX y WATERFLUX
- Para sensores de flujo en un rango de diámetro desde DN2.5 hasta DN1200
- Carcasa de aluminio con una capa superior de poliéster o en acero inoxidable (opción)
- Salidas disponibles: salida de corriente de 4 ... 20 mA, salida de pulso / frecuencia, salida de estado / interruptor de límite y E / S Ex i (opcional)
- HART® como estándar.
- Fuente de alimentación a través de 100 ... 230 V CA (estándar) o 24 V CC o 24 V CA / CC (opcional)

g) Sensor de flujo.

Para medir el paso de flujo se propone utilizar un caudalímetro electromagnético modelo OPTIFLUX 4000. Este sensor está diseñado para un amplio rango de aplicaciones industriales, incluyendo la industria química, de pulpa y papel, agua y aguas residuales, minerales y minería, acero y metales, farmacéutica y del petróleo y gas. El sensor OPTIFLUX 4000 Figura 4.9 tiene una duración comprobada en el campo. Esto queda asegurado gracias a la construcción completamente soldada, el tubo de paso integral, la ausencia de partes móviles y los materiales del recubrimiento resistentes al desgaste. Incluso en caso de aplicaciones exigentes en entornos difíciles o en presencia de productos agresivos o abrasivos, el OPTIFLUX 4000 de KROHNE puede brindar una solución.

Características principales del sensor de flujo:

- Sensor de caudal confiable y aceptado para todas las aplicaciones de proceso
- Construcción robusta, totalmente soldada para una vida útil prolongada del equipo.
- Buena resistencia a la corrosión, la erosión y la abrasión.
- Resistente a la corrosión y con electrodos estancos. Versiones especiales bajo pedido (con materiales especiales, retráctiles o puntiagudos).
- Recubrimientos externos para instalaciones offshore o en el subsuelo. Especificaciones de la pintura opcionales conformes a ISO 12944 – recubrimiento de protección.
- Medida fiable en condiciones muy difíciles: incluyendo altas temperaturas hasta 180°C / 356°F, presiones hasta 2500 bar, alto contenido en sólidos (hasta 70%)
- Medida de caudal bidireccional.
- Amplio rango de aprobaciones para áreas peligrosas.
- Los anillos de puesta a tierra se pueden omitir con la opción de referencia virtual en el IFC300.



Figura 4.9: Sensor de flujo OPTIFLUX 4000.
Fuente: Instrumart.

h) Finales de carrera.

Estos dispositivos se utilizarán en el sistema de despacho de ácido clorhídrico para confirmar la apertura o cierre de las válvulas, la señal será interpretada por el PLC y para las acciones correspondientes según el programa instalado. Los finales de carrera seleccionados para las válvulas son del tipo inductivo, alimentación entre 5-35 V DC, con salida NA/ NC programable, la Figura 4.10 muestra un final de carrera inductivo.



Figura 4.10: Final de carrera inductivo.
Fuente: GRM.

i) Sensores inductivos.

En el sistema de automatización del despacho de ácido clorhídrico, vamos a considerar un sistema de detección de llegadas de cisternas, el cual debe ser una condición para

iniciar el proceso de despacho en forma automática. La lógica de funcionamiento es el siguiente:

Cuando la cisterna se estacione en una línea de despacho, la cual debe ser detectada por el sensor automáticamente se abrirá la válvula de succión de gases, si el sensor no detecta una cisterna la válvula de succión de gases permanecerá cerrada y no se podrá iniciar el despacho.

El sensor para este tipo de aplicación será un sensor óptico de barrera por reflexión Figura 4.11, el alcance mínimo que debe tener es de 3m.



Figura 4.11: Sensor óptico de barrera MLV12.
Fuente: Sentronic. (2016)

Este es un tipo de sensores fotoeléctricos resistentes en carcasa estándar de uso extendido, resistente al ruido: funcionamiento fiable en todas las condiciones, adecuado para temperaturas de funcionamiento bajas, de hasta $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

j) Detectores de nivel máximo y mínimo.

Durante el proceso de despacho del ácido clorhídrico el tanque de abastecimiento está en constante cambio de su nivel, por tanto es necesario monitorear el nivel máximo y mínimo, para evitar el sobrellenado y proteger la bomba de despacho si el tanque se queda vacío. Para esta aplicación se propone utilizar interruptores de nivel que presenten las siguientes características.

- Deben trabajar en ambiente corrosivo (ácido)
- Presencia de vibraciones y ruido

- Fácil acceso para la instalación y mantenimiento
- Señal de control digital

k) Tablero de control.

En la zona de despacho se ubica un tablero de control, en el cual los comandos para iniciar, detener y configurar los despachos será ingresado desde el HMI instalado en el tablero de control. Además debe tener las dimensiones adecuadas para instalar los transmisores de flujo, el PLC con sus módulos de expansión y un HMI.

l) Controlador lógico Programable (PLC).

Para esta aplicación se seleccionó un PLC de la familia SIMATIC S7-1200, por las siguientes consideraciones: Los controladores SIMATIC S7-1200 constan de un rico equipamiento con funciones tecnológicas e IO integradas así como su diseño particularmente compacto que ahorra espacio, el Cuadro 4.7 muestra las características generales de estos tipos de PLC. La familia de estos PLC es muy versátil para tareas de automatización en proyectos de alcance reducido a medio. El hardware es compacto y modular, innovadora solución a base de Signal Boards que permite agregar sin problemas IO digitales y analógicas sin aumentar el tamaño físico del controlador. Además proporciona interfaz industrial Ethernet, ofreciendo comunicación con E/S descentralizada, con SIMATIC HMI panel, el cual será usado para la comunicación profinet entre el PLC y el HMI de la gama KTP100 seleccionado. Todos estos dispositivos de la familia SIMATIC S7-1200 son configurados y programados mediante entorno de programación TIA Portal.

Cuadro 4.7: Características de los PLC familia SIMATIC S7-1200.

SIMATIC S7-1200	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C	CPU 1217C	CPU 1212FC	CPU 1214FC
Tipo de CPU	DC/DC/DC, DC/DC/relé, AC/DC/relé				DC/DC/DC	DC/DC/DC, DC/DC/relé	
Interfaces Ethernet	1	1	1	2	2	1	1
Memoria de trabajo	50 kbytes	75 kbytes	100 kbytes	125 kbytes	150 kbytes	100 kbytes	125 kbytes
E/S digitales integradas	6/4	8/6	14/10	14/10	14 ¹ /10	6/4	8/6
E/S analógicas integradas	2/0	2/0	2/0	2/2	2/2	2/0	2/0
Número de módulos de señal	–	2	8	8	8	2	2
Número de módulos de comunicación	3	3	3	3	3	3	3
Anchura	90 mm	90 mm	110 mm	130 mm	150 mm	90 mm	90 mm
Condiciones ambientales	-20 °C ...+60°C (montaje horizontal)						

Fuente: Siemens ST 70. (2017)

Características generales del PLC.

Se seleccionó el controlador CPU 1214C, Figura 4.12. El CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, entradas digitales/analógicas y salidas analógicas. Incorpora un puerto Ethernet para comunicación en una red PROFINET. También permite la integración con otros equipos a través de las redes RS485 o RS232. Este controlador cuenta con funciones de reloj PLC, sincronización con una pantalla HMI externa. El modelo de PLC seleccionado es 6ES7214-1AE30-0XB0, las características principales de este PLC se muestran en el Cuadro 4.8 y las especificaciones se presentan en el anexo N°4.



Figura 4.12: PLC Siemens CPU 1214C.
Fuente: Siemens ST 70. (2017)

Cuadro 4.8: Ficha técnica del PLC Siemens CPU 1214C.

CPU 1214C DC/DC/DC	
Dimensiones físicas (mm)	110x100x75 mm
Lenguaje de programación	STEP 7 V11 SP2 o superior
Memoria de usuario	
Memoria de trabajo	75 Kbyte
Memoria de carga	4 Mbyte
E/S integradas locales	
Digitales	14 Entradas digitales
Analógicas	2 entradas-10 Salidas analógicas
Tamaño de la memoria, imagen de proceso	
Entradas	1 024 byte
Salidas	1 024 byte
Área de marcas (M)	8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	8
Ampliación de módulos de comunicación	3
Contadores rápidos	6

Fuente: Elaboración propia.

m) Módulo de entrada digital.

Según el Cuadro 4.9 se tiene un total de 19 entradas digitales y el PLC seleccionado tiene 14 por lo que es necesario seleccionar un módulo de ampliación de entradas para completar las 5 entradas faltantes, este módulo de entradas digitales permite conectar todos las señales de los sensores: finales de carrera (confirmación de apertura y cierre de válvulas), sensores inductivos de presencia de camiones, sensores de nivel bajo y alto de tanque de almacenamiento. El número de entrada ha sido elegido en función a estos elementos descritos, así mismo intervienen en la lógica de control secuencia automática del proceso de despacho. En el Cuadro 4.9 se muestra la descripción de las entradas a utilizar.

Cuadro 4.9: Señales de entrada al PLC.

Descripción	N° de Entradas
Confirmación de apertura y cierre válvula de control Línea N°1	6
Confirmación de apertura y cierre válvula de control Línea N°2	6
Selector manual/ automático	2
Interruptor de nivel alto y bajo Tanque	2
Parada de emergencia	1
Sensor presencia camión	2
Total	19

Fuente: Elaboración propia.

Por las consideraciones descritas se seleccionó un módulo de entradas digitales SM1221, 8DI 24 VDC 6ES7221-1BF32-0XB0, las características de este módulo se muestra en el anexo N°5.

n) Módulo de salida digital.

El controlador lógico programable cuenta con 14 entradas digitales y 10 salidas digitales, por lo tanto no se requiere modulo adicional. A continuación en el Cuadro 4.10 se presenta relación de salidas a utilizar en el proyecto.

Cuadro 4.10: Señales de salida al PLC.

Descripción	N° de Salidas
Comando apertura válvulas de control Línea 1	2
Comando apertura válvulas de control Línea 2	2
Comando arranque bomba Línea 1 y 2	2
Total	6

Fuente: Elaboración propia.

ñ) Módulo de entradas y salida analógicas.

Se eligió un módulo que permita integrar entradas y salidas analógicas con la finalidad de ahorrar espacios y menor cableado. Este módulo es necesario para conectar las entradas análogas de las lecturas de flujo instantáneo de cada flujómetro en cada línea de despacho 1 y 2 (4-20 mA); también es necesario salidas analógicas en corriente que permitan establecer una referencia de apertura en las válvulas de control con posicionador, siendo 100% apertura y 0% cierre de la válvula. A continuación en el Cuadro 4.11 se especifica las cantidades de señales análogas a usar.

Cuadro 4.21: Señales de entrada y salida analógicas.

Descripción	TIPO	Cantidad
Flujo instantáneo Línea 1	AI	1
Flujo instantáneo Línea 2	AI	1
Referencia válvula despacho Línea 1	AO	1
Referencia válvula despacho Línea 2	AO	1
Total entradas analógicas (AI)		2
Total salidas analógicas (AI)		2

Fuente: Elaboración propia.

No se utilizará las entradas analógicas del controlador lógico programable seleccionado, debido que, estas entradas solo tienen configuración de entradas analógicas 0-10 V, y el posicionador electroneumático para controlar la válvula de despacho soporta una señal analógica estándar de 4-20 mA. Por lo tanto se seleccionó un módulo SM 1234 AI4/AQ2, 4 AI, 2 AO 6ES7 234-4HE32-0XB0 de señales configurables en voltaje y corriente, las características de este módulo se muestra en el anexo N°6.

o) Interface hombre Máquina (HMI).

A través de esta interfaz es posible la iteración entre el operador y el sistema de despacho de ácido clorhídrico. La pantalla seleccionada para este proyecto es una KTP1000 Basic color PN 6AV6 647-0AF11-3AX0, la cual se observa en la Figura 4.13 este es un dispositivo confiable y sencillo, la integración de los datos del PLC se realizar a través del protocolo de comunicación PROFINET por lo que solo se requiere asignar una dirección IP.

La plataforma que permite la configuración de este HMI es el software de programación TIA PORTAL V3. Permite interactuar de forma fácil y ordenada logrando enlazar las variables creadas en el PLC.



Figura 4.13: Interface Hombre Máquina KTP1000.
Fuente: Siemens Simatic. (2009)

4.1.1.4 Resumen de los equipos seleccionados

Cuadro 4.32: Elementos del Tablero de control.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANT.
1	Tablero de poliéster hermético de 1000x800x300.	SCHNEIDER ELECTRIC	-	01
2	Controlador Lógico Programable (PLC) S7-1200	SIEMENS	CPU1214C	01
3	Módulo de entradas digitales de 16 canales	SIEMENS	SM1221	01
4	Módulo de entradas y salidas análogas 4AI/2AO	SIEMENS	SM 1234	01
5	Panel HMI	SIEMENS	KTP1000	01

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.43: Válvulas para recirculación.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANT.
1	Válvula mariposa 3", Tipo 57 UPVC FKM WAFER ASAHI (JAPON)	ASAHI	B2121005106	02
2	Actuador neumático ASR tipo piñón y cremallera, simple efecto, tamaño 80, 5 resortes por lado	INTERATIVA	ASR-80/S10	02
3	Electroválvula serie L1, 5/2 vías, 1/4" NPT, simple bobina, alimentación de 24VDC.	ASCO	SC8551A001 MS	02

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.54: Válvulas para succión de gases.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANT.
1	Válvula mariposa 2", Tipo 57 UPVC FKM WAFER ASAHI (JAPON)	ASAHI	B2121005041	02
2	Actuador neumático ADA tipo piñón y cremallera, doble efecto, tamaño 20.	INTERATIVA	ADA-20	02
3	Electroválvula serie L1, 5/2 vías, 1/4" NPT, simple bobina, alimentación de 24VDC.	ASCO	SC8551A001 MS	02

Fuente: Elaboración propia.**Cuadro 4.15:** Válvulas para despacho.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANT.
1	Válvula mariposa 3", Tipo 57 UPVC FKM WAFER ASAHI (JAPON)	ASAHI	B2121005106	02
2	Actuador neumático ADA tipo piñón y cremallera, doble efecto, tamaño 40.	INTERATIVA	ADA-40	02
3	Posicionador electroneumático rotativo, explosión proof, 150 Psi	POWERGENEX	EPR-DN2SN3NTR	02

Fuente: Elaboración propia.**Cuadro 4.16:** Transmisor de flujo.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANT.
1	Transmisor de flujo con referencia virtual, salida de 4-20mA, protocolo HART, 100-230VAC, 50-60Hz, IP65	KROHNE	IFC300W	02
2	Sensor de flujo de 3", electrodos de tantalio, IP67	KROHNE	OPTIFLUX 4000F	02

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.17: Sensores de detección de cisternas.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	MODELO	CANT.
1	Sensor óptico de barrera por reflexión, alcance 4,2m, IP67.	PEPERLS + FUCKS	MLV12-54	02
2	Réflex de 85x85 cm.	PEPERLS + FUCKS	REF-HF85	02

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Discusión.

En la presente investigación el diseño de control y la propuesta de la selección de la instrumentación para el control de totalizado del despacho del ácido clorhídrico es en base a criterios propios y los conocimientos de ingeniería mecatrónica, automatización y control recibidos durante mi carrera profesional.

Esta investigación seleccionó los instrumentos que existen en el mercado de marcas reconocidas y que son fáciles de adquirir, la selección depende de sus características del proceso y operación del equipo. En la mayoría los fabricantes de los instrumentos ofrecen información necesaria para su calibración, instalación y modo de operación.

Entre los equipos más importantes está el PLC el cual es seleccionado teniendo en cuenta las características del proceso y el número de entradas/salidas digitales y analógicas, se seleccionó de la familia SIMATIC S7-1200 modelo CPU 1214C, fue necesario seleccionar un módulo de ampliación de entradas digitales para completar las entradasfaltantes, un módulo de entradas y salidas analógicas configurable a voltaje y corriente.

Esta investigación permite ser como modelo para controlar otros procesos de iguales características, puesto que la instrumentación, principio de funcionamiento y lógica del proceso serán los mismo, se pueden incluir más elementos de control como paros de emergencia, luces y señales de advertencia o falla, según el grado de seguridad que se requiera alcanzar.

4.2 ELABORACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DEL CONTROLADOR CON LOS ENCLAVAMIENTOS DE SEGURIDAD NECESARIOS PARA GARANTIZAR LA CORRECTA AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DE ÁCIDO CLORHÍDRICO.

4.2.1 Resultados.

4.2.1.1 Mapeo de variables.

Las variables de control integradas al Controlador Lógico Programable PLC se define en el siguiente Cuadro 4.18, en donde se indica ubicación del módulo a conectar, tag (bandera) de la señal en campo, tipo señal (discreta, analoga), ubicación de variable, tipos de datos en el programa y dirección en los registros del controlador.

Cuadro 4.68: Mapeo de las variables para el control del proceso.

MODULO	TAG	SEÑAL	TIPO	SERVICIO / UBICACIÓN	DATA TYPE	DIRECCIÓN PLC
CPU 1214C 14 DI 10 DO	ZSO-101	DISCRETA	DI-01	Válvula de control ON/OFF recirculación posición abierta - Línea 1	BOOL	I0.0
	ZSC-101	DISCRETA	DI-02	Válvula de control ON/OFF recirculación posición cerrada - Línea 1	BOOL	I0.1
	ZSO-201	DISCRETA	DI-03	Válvula de control ON/OFF recirculación posición abierta - Línea 2	BOOL	I0.2
	ZSC-201	DISCRETA	DI-04	Válvula de control ON/OFF recirculación posición cerrada - Línea 2	BOOL	I0.3
	ZSO-102	DISCRETA	DI-05	Válvula de control posicionador despacho posición abierta - Línea 1	BOOL	I0.4
	ZSC-102	DISCRETA	DI-06	Válvula de control posicionador despacho posición cerrada- Línea 1	BOOL	I0.5
	ZSO-202	DISCRETA	DI-07	Válvula de control posicionador despacho posición abierta - Línea 2	BOOL	I0.6
	ZSC-202	DISCRETA	DI-08	Válvula de control posicionador despacho posición cerrada- Línea 2	BOOL	I0.7
	ZSO-103	DISCRETA	DI-09	Válvula de control ON/OFF gases posición abierta - Línea 1	BOOL	I1.0

Continuación de Cuadro 4.18

CPU 1214C	14 DI	ZSO-203	DISCRETA	DI-10	Válvula de control ON/OFF gases posición abierta - Línea 2	BOOL	I1.1
		ZSC-103	DISCRETA	DI-11	Válvula de control ON/OFF gases posición cerrado - Línea 1	BOOL	I1.2
		ZSC-203	DISCRETA	DI-12	Válvula de control ON/OFF gases posición cerrado - Línea 2	BOOL	I1.3
	10 DO	YS-100	DISCRETA	DI-13	Selector manual/automático - Línea 1	BOOL	I1.4
		YS-200	DISCRETA	DI-14	Selector manual/automático - Línea 2	BOOL	I1.5
		XS-101	DISCRETA	DO-01	Comando apertura/cierre válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 1	BOOL	Q0.0
		XS-201	DISCRETA	DO-02	Comando apertura/cierre válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 2	BOOL	Q0.1
		XS-103	DISCRETA	DO-03	Comando apertura/cierre válvula de control ON/OFF gases - Línea 1	BOOL	Q0.2
		XS-203	DISCRETA	DO-04	Comando apertura/cierre válvula de control ON/OFF gases - Línea 2	BOOL	Q0.3
		HS-101	DISCRETA	DO-05	Comando marcha/parada Bomba - Línea 1	BOOL	Q0.4
		HS-102	DISCRETA	DO-06	Comando marcha/parada Bomba - Línea 2	BOOL	Q0.5
		-	DISCRETA	DO-07	Reserva	BOOL	Q0.6
		-	DISCRETA	DO-08	Reserva	BOOL	Q0.7
		-	DISCRETA	DO-09	Reserva	BOOL	Q1.0
		-	DISCRETA	DO-10	Reserva	BOOL	Q1.1
Digital Input SM 1221	8 DI	LSH-100	DISCRETA	DI-01	Interruptor de Nivel Alto Tanque Ácido Clorhídrico	BOOL	I8.0
		LSL-100	DISCRETA	DI-02	Interruptor de Nivel Bajo Tanque Ácido Clorhídrico	BOOL	I8.1
		HS-000	DISCRETA	DI-03	Interruptor manual parada de emergencia	BOOL	I8.2
		YE-100	DISCRETA	DI-04	Sensor presencia camión Línea 1	BOOL	I8.3
		YE-200	DISCRETA	DI-05	Sensor presencia camión Línea 2	BOOL	I8.4
		-	DISCRETA	DI-06	Reserva	BOOL	I8.5
		-	DISCRETA	DI-07	Reserva	BOOL	I8.6
		-	DISCRETA	DI-08	Reserva	BOOL	I8.7

Continuación del Cuadro 4.18

SM 1234 AI/AQ	FIC-104	ANÁLOGO	AI	Flujo instantáneo – Línea 1	WORD	IW112	
	4DI	FIC-204	ANÁLOGO	AI	Flujo instantáneo – Línea 2	WORD	IW114
	2AO	-	ANÁLOGO	AI	Reserva	WORD	IW116
		-	ANÁLOGO	AI	Reserva	WORD	IW118
	FY-102	ANÁLOGO	AO	Posición Válvula con posicionador despacho – Línea 1	WORD	QW112	
	FY-202	ANÁLOGO	AO	Posición Válvula con posicionador despacho – Línea 2	WORD	QW114	

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.2 Software de programación.

La programación del PLC se realizó en el software STEP 7 Basic en donde se eligió los lenguajes de programación ladder, lenguaje estructurado implementado en bloques. Así mismo, la programación y configuración del HMI se realizó en el software Wincc Basic. Ambos software se encuentra accesible desde interface Tia portal V13.0, Figura 4.14.

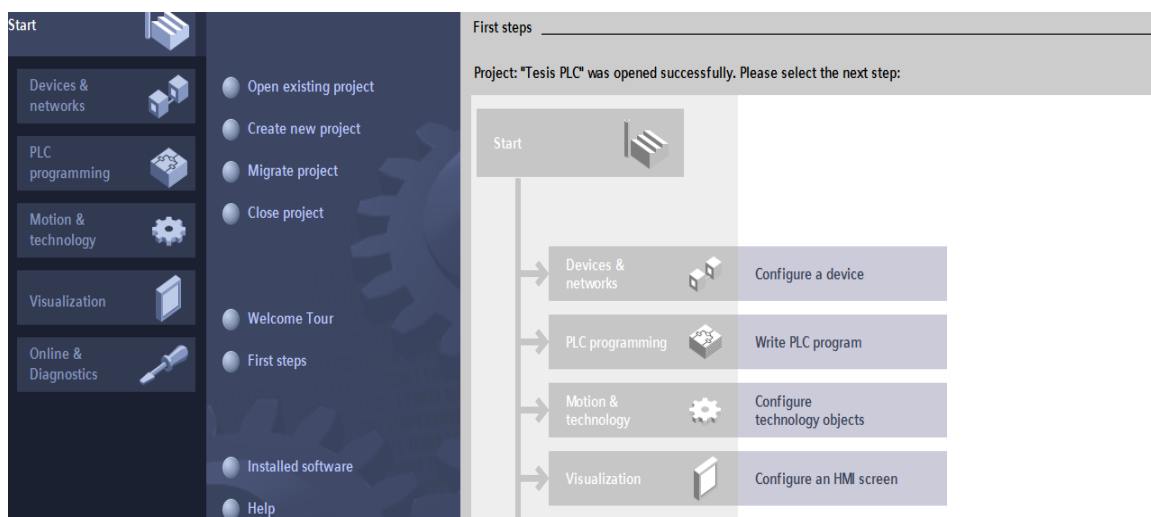


Figura 4.64: Interface Tia Portal V13 para programación del Step 7 y Wincc.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1.3 Configuración del PLC.

Para crear las configuraciones del PLC, es necesario primero agregar el hardware del PLC y módulos adicionales. Esta configuración se realizó desde la pantalla principal del programa, en la opción agregar nuevo dispositivo Figura 4.15 en la configuración de dispositivos.

La confirmación del dispositivo se genera insertando el modelo de PLC en el proyecto. Al seleccionar la CPU se despliega un cuadro en donde indica los números de referencia de cada modelo de PLC, la inserción de este dispositivo se confirma pulsando doble clic en el modelo, Figura 4.16.

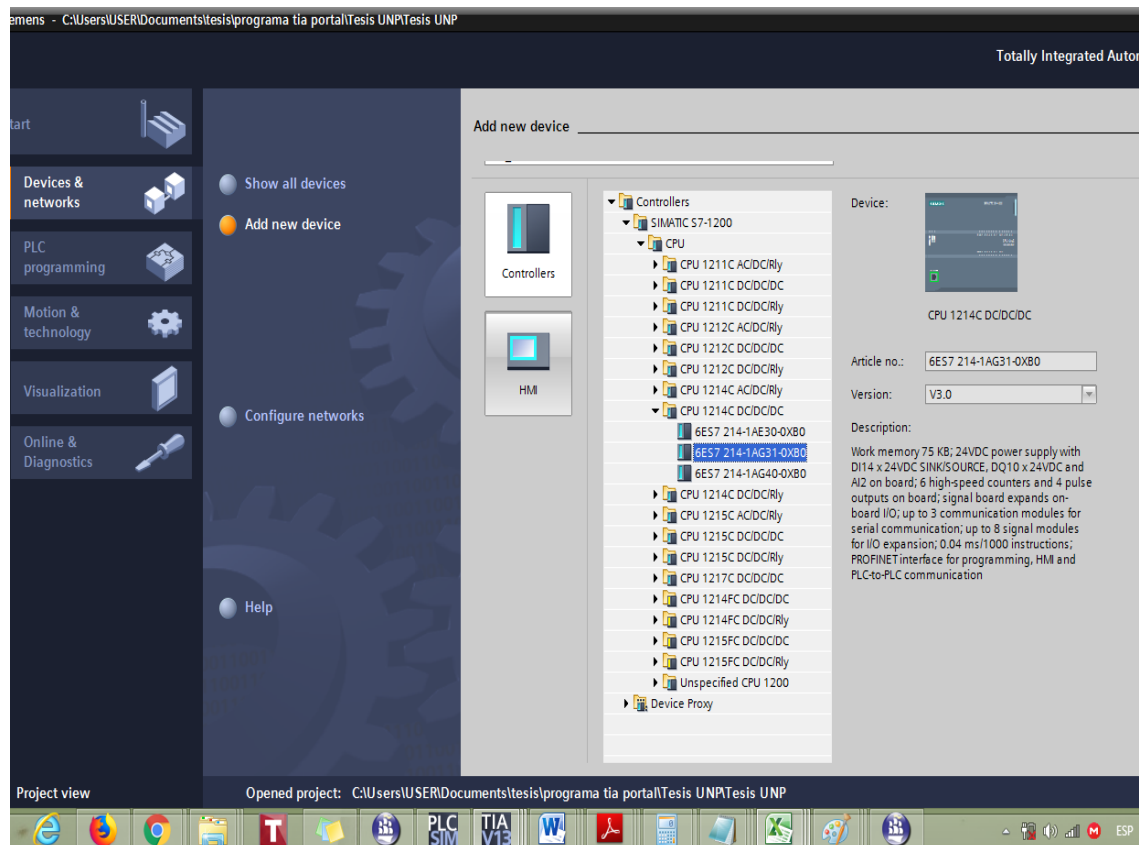


Figura 4.15: Selección de dispositivos.
Fuente: Elaboración propia.

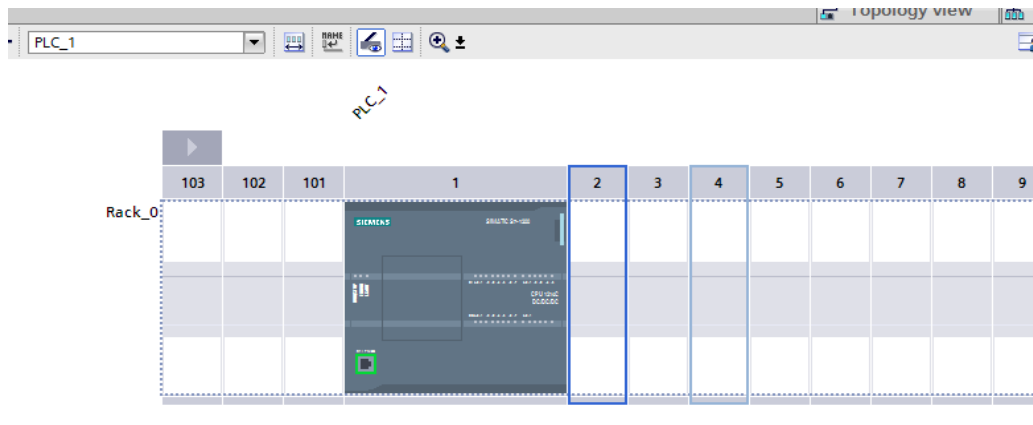


Figura 4.16: Inserción del dispositivo seleccionado.
Fuente: Elaboración propia.

La dirección IP es configurada desde menú “vista del dispositivo”, al seleccionar la opción propiedades se despliega un menú en donde esta interface permite asignar la dirección IP y mascara de red del controlador, Figura 4.17.

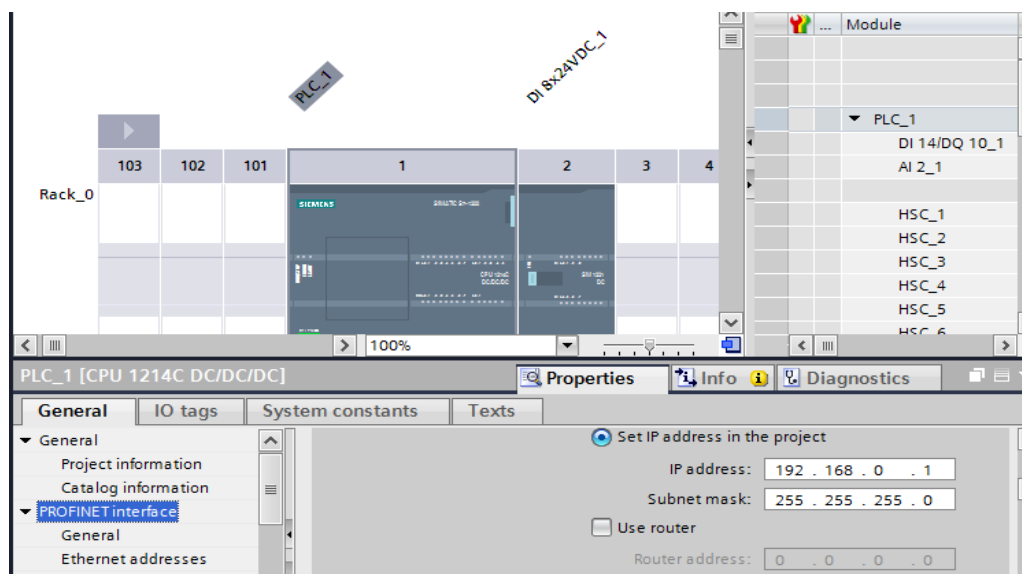


Figura 4.17: Configuración del IP del dispositivo.
Fuente: Elaboración propia.

Los módulos adicionales son agregados desde el menú catálogo hardware ubicado en el extremo derecho del programa. Estos módulos se agregan seleccionando el modelo y arrastrándolo al chasis posición N°2 del controlador, cabe resaltar que en este proyecto se trabajó con módulos DI 8X24VDC y AI/AQ 4x13BIT/AQ 2x14BIT.

4.2.1.4 Programación del PLC (Bloques FB y FC).

La programación del controlador es en base de bloques FB y FC, para la energización de la válvula ON/OFF y válvula posicionador. Se ha creado bloques personalizados en lenguaje estructurado, también se hace uso de bloques definidos de la librería STEP7 del software tales como Rampa, Integración, y por último se ha creado los bloques en lenguaje estructurado para el escalamiento de las entradas y salidas analógicas. Se hace uso de estos bloques con el fin de programar en forma ordena el sistema y así simplificar el código fuente.

a) Bloque FB: Control Válvula ON/OFF

La lógica implementada en este bloque es utilizada para el control de válvulas ON/OFF, los parámetros de control tanto de entrada y salida se muestra en el Cuadro 4.19 y 4.20 respectivamente.

Cuadro 4.19: Parámetros de control de entrada del bloque FB.

Parámetros de entrada	Tipo de dato	Descripción
Nclose_Open	Bool	"1" En caso de falla válvula cerrara automáticamente "0" En caso de falla válvula abrirá automáticamente
EnIlock0	Bool	Habilitación/deshabilitación de interlock cierre
EnIlock1	Bool	Habilitación/deshabilitación de interlock apertura
Ilock1	Bool	Interlocks (puede ser bypassado o no) en "1" OK, válvula puede energizarse
Ilock0	Bool	Interlocks (puede ser bypassado o no) en "1" OK, válvula puede desenergizarse
Ack	Bool	Resetea alarmas presentes en el bloque
Opened	Bool	Confirmación de apertura entrada digital
Closed	Bool	Confirmación de cierre entrada digital
AutoOpen	Bool	Comando apertura en modo automático
AutoClose	Bool	Comando cierre en modo automático
BypassIlock0	Bool	Operador puede bypassar Ilock cierre
BypassIlock1	Bool	Operador puede bypassar Ilock apertura
LS_Open	Bool	Confirmación de abierto por final de carrera
LS_Close	Bool	Confirmación de cerrado por final de carrera
ManOpen	Bool	Comando apertura en modo manual
ManClose	Bool	Comando cierre en modo manual
ManAuto	Bool	Modo de operación manual o automático

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.20: Parámetros de control de salida del bloque FB.

Parámetros de salida	Tipo de dato	Descripción
DetectIlockOpen	Bool	Alarma por caída de Interlock de apertura
DetectIlockClose	Bool	Alarma por caída de Interlock de cierre
ErrorIlock1	Bool	Alarma ausencia de Interlock de apertura
ErrorIlock0	Bool	Alarma ausencia de Interlock de cierre
Error	Bool	Alarma error en el bloque
ErrorOpen	Bool	Alarma por ausencia de confirmación de apertura
ErrorClose	Bool	Alarma por ausencia de confirmación de cierre
Out	Bool	1 = Válvula puede energizarse

Fuente: Elaboración propia.

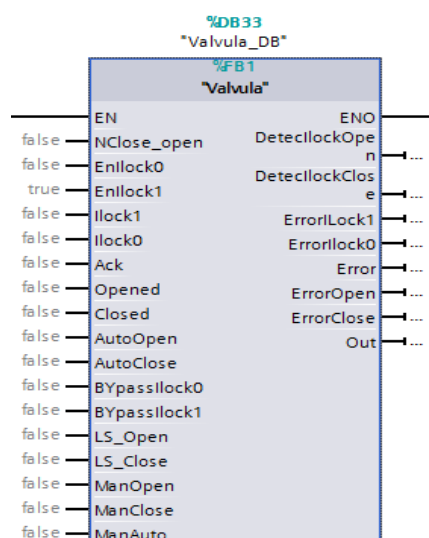


Figura 4.18: Esquema del bloque de programación FB.

Fuente: Elaboración propia.

El bloque FB se ha configurado para controlar los actuadores: válvulas de control ON/OFF de recirculación y gases, en el Cuadro 4.21 se asigna las TAG a cada actuador para identificarlo y hacer más fácil la programación.

Cuadro 4.21: Asignación de TAG a los actuadores.

TAG	Descripción
XS-101	Válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 1
XS-201	Válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 2
XS-103	Válvula de control ON/OFF gases - Línea 1
XS-203	Válvula de control ON/OFF gases - Línea 2
HS-101	Comando marcha/parada Bomba - Línea 1
HS-102	Comando marcha/parada Bomba - Línea 2

Fuente: Elaboración propia.

b) Bloque FB: Control Válvula con posicionador

La lógica de este bloque se utiliza para controlar las válvulas con posicionador, las cuales necesita tener una salida análoga para la referencia de apertura, siendo 0% totalmente cerrado y 100% totalmente abierto, se detalla los parámetros de entrada y salida del bloque en el Cuadro 4.22 y 4.23 respectivamente.

Cuadro 4.22: Parámetros de entrada del bloque FB para la válvula con posicionador.

Parámetros de entrada	Tipo de dato	Descripción
Nclose_Open	Bool	"1" En caso de falla válvula cerrara automáticamente "0" En caso de falla válvula abrirá automáticamente
EnIlock0	Bool	Habilitación/deshabilitación de interlock cierre
EnIlock1	Bool	Habilitación/deshabilitación de interlock apertura
Ilock1	Bool	Interlocks (puede ser bypassado o no) en "1" OK, válvula puede energizarse
Ilock0	Bool	Interlocks (puede ser bypassado o no) en "1" OK, válvula puede desenergizarse
Ack	Bool	Resetea alarmas presentes en el bloque
Opened	Bool	Confirmación de apertura entrada digital
Closed	Bool	Confirmación de cierre entrada digital
AutoOpen	Bool	Comando apertura en modo automático
AutoClose	Bool	Comando cierre en modo automático
BypassIlock0	Bool	Operador puede bypassar Ilock cierre
BypassIlock1	Bool	Operador puede bypassar Ilock apertura

<i>Continuación del Cuadro 4.22</i>		
LS_Open	Bool	Confirmación de abierto por final de carrera
LS_Close	Bool	Confirmación de cerrado por final de carrera
RampOut	Real	Referencia de apertura por bloque rampa
ManOutSP	Real	Comando apertura en modo manual
ManAuto	Bool	Comando cierre en modo manual
ManClose	Bool	Modo de operación manual o automático
DespLow	Bool	Referencia a 20% para un despacho flujo bajo
DespHigh	Bool	Referencia a 100% para un despacho flujo alto
CloseLow	Bool	Referencia a 20% para un cierre lento
CloseHigh	Bool	Referencia a 00% para un cierre rápido

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.23: Parámetros de salida del bloque FB para la válvula con posicionador.

Parámetros de entrada	Tipo de dato	Descripción
DetectIlockOpen	Bool	Alarma por caída de Interlock de apertura
DetectIlockClose	Bool	Alarma por caída de Interlock de cierre
ErrorIlock1	Bool	Alarma ausencia de Interlock de apertura
ErrorIlock0	Bool	Alarma ausencia de Interlock de cierre
Error	Bool	Alarma error en el bloque
ErrorOpen	Bool	Alarma por ausencia de confirmación de apertura
ErrorClose	Bool	Alarma por ausencia de confirmación de cierre
Out	Bool	1 = Válvula puede energizarse
OutIniFB	Bool	Salida que permite inicio de forma escalonada bloque rampa
Out_SP	Real	Referencia de apertura de válvula
OUT_Rate	Real	Velocidad de cambio escalonada bloque rampa

Fuente: Elaboración propia.

El bloque FB se ha configurado para controlar los actuadores: válvulas de control ON/OFF de recirculación y gases, y comando de marcha de las bombas, en el Cuadro 4.24 se asigna las TAG a cada actuador para identificarlo y hacer más fácil la programación.

Cuadro 4.24: Asignación de TAG a los actuadores.

TAG	Descripción
XS-101	Válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 1
XS-201	Válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 2
XS-103	Válvula de control ON/OFF gases - Línea 1
XS-203	Válvula de control ON/OFF gases - Línea 2
HS-101	Comando marcha/parada bomba - Línea 1
HS-102	Comando marcha/parada bomba - Línea 2

Fuente: Elaboración propia.

c) Bloque FB: Rampa

La apertura de la válvula de despacho debe abrirse en rampa ascendente al iniciar la secuencia para evitar vibraciones fuertes y el golpe de ariete, este tipo de salida se muestra en la Figura 4.19. Es por ello se utiliza la función rampa para cumplir con este propósito. El bloque se encuentra en la librería STEP 7. En el Cuadro 4.25 se muestra los parámetros del bloque FB Rampa.

Cuadro 4.25: Parámetros del bloque FB Rampa.

Parámetro	Tipo de dato	Descripción
Parámetro de entrada		
InitFB	Bool	Inicialización, ajuste del valor de consigna deseado
SetPoint	Real	Valor de consigna sin la función rampa
Rate	Real	Tasa de modificación para la ejecución de la función rampa. Unidad: Unidad del valor de consigna / segundo
Parámetro de salida		
Out	Real	Valor de consigna con la función rampa

Fuente: Elaboración propia.

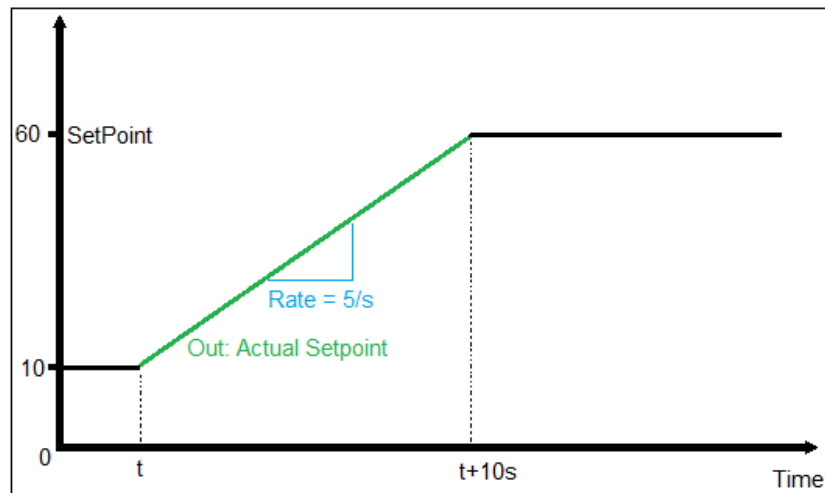


Figura 4.19: Diagrama de la señal de salida en rampa.
Fuente: Soporte Industrial siemens. (2018)

d) Bloque FB: Conversión AI

Las entradas analógicas flujo instantáneo (4-20 mA) serán conectadas al módulo SM 1234, los datos entregados por el módulo son valores en registro de Word por lo tanto se necesita realizar una conversión del tipo de dato (Word a Entero). Se configuró un bloque que permita realizar la conversión, Figura 4.20: El valor mínimo en “INT” de la señal es 0 y el máximo valor es 27648, este valor entero debe ser convertido a real, para luego escalarlo al mínimo/máximo valor flujo instantáneo.

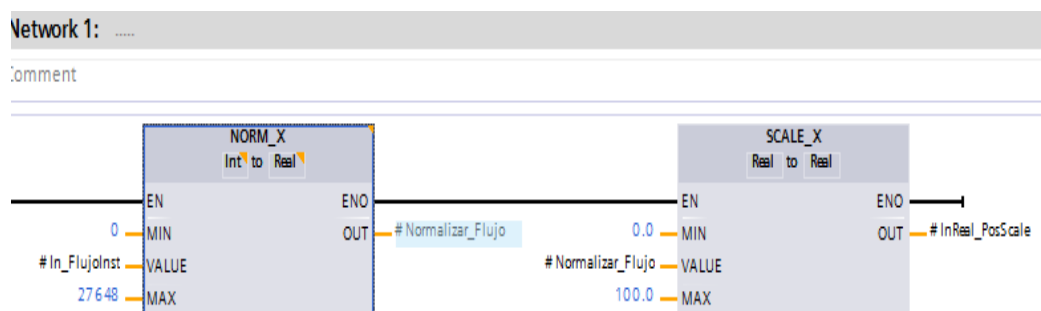


Figura 4.20: Configuración del bloque FB conversión AI.
Fuente: Elaboración propia.

e) Bloque FB: Conversión AO.

La referencia de apertura de las válvulas con posicionador son direccionadas a las señales analógicas del módulo SM 1234, al igual que las entradas analógicas, estas salidas solo reciben valor enteros por lo tanto se elaboró una lógica para realizar la conversión

de referencia del valor real a valor entero, la Figura 4.21 muestra la secuencia lógica de los bloques que permiten hacer esta conversión.

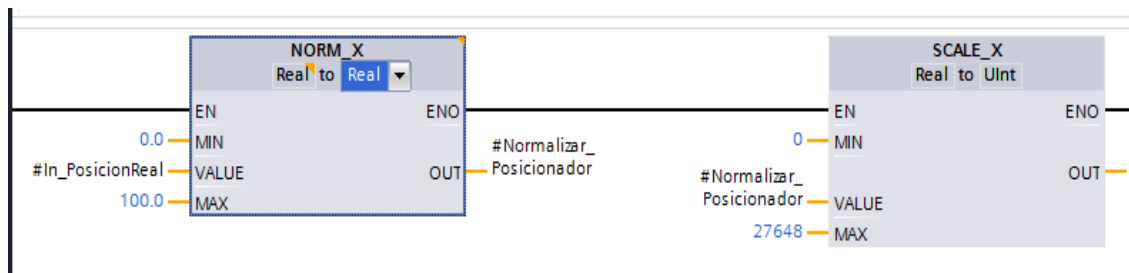


Figura 4.21: Configuración del bloque FB conversión AO.

Fuente: Elaboración propia.

f) Bloque FC: Entradas_Salidas.

Desde este bloque se realiza el direccionamiento de señales digitales y analógicas que llegan al PLC con el fin de guardarlos en registro de memoria en forma de bits y words Figura 4.22. También se procede a llamar los bloques de conversión AI y AO para el escalamiento de estas.

```

10 "ZSO103ValGas"      := "ED01_08";
11 "ZSC103ValGas"      := "ED01_09";
12 "ZSO203ValGas"      := "ED01_10";
13 "ZSC203ValGas"      := "ED01_11";
14 "YS100Man_AutL1"    := "ED01_12";
15 "YS100Man_AutL2"    := "ED01_13";
16 "YS100Man_AutL2"    := "ED02_00";
17 "LSH100NivelAlto"   := "ED02_00";
18 "LSH100NivelBajo"   := "ED02_01";
19 "HS00PE"            := "ED02_02";
20 "YE100Camion"        := "ED02_03";
21 "YE200Camion"        := "ED02_04";
22
23 "Conversion_AI_DBL1" (In_PosicionInt:="EA03_00",
24                      InReal_PosScale=>"FIC104Flujo");
25 "Conversion_AI_DBL2" (In_PosicionInt:="EA03_01",
26                      InReal_PosScale=>"FIC204Flujo");
27
28 "FY102RefPos"        := "ContrDBRap_L1".Out;
29 "FY202RefPos"        := "ContrDBRap_L2".Out;
30
31 "Conversion_AO_DBL1" (In_PosicionReal:="FY102RefPos",
32                      Out_PosicionUInt=>"SA03_00");

```

Figura 4.22: Direccionamiento de señales digitales y analógicas.

Fuente: Elaboración propia.

g) Bloque Integración.

La señal flujo instantáneo contiene la información respecto a la cantidad de flujo que el flujómetro registra por cada segundo, para controlar el despacho del ácido se requiere registrar el acumulado desde inicio hasta el fin, para lograr esto se utilizó un bloque

predefinido de la librería STEP 7 Figura 4.23, para la integración del totalizado del flujo durante el despacho y la configuración se realizó desde el bloque “Secuencia_Automática como se muestra en el Cuadro 4.26.

Cuadro 4.26: Configuración de los parámetros del Bloque de Integración.

Parámetro	Tipo de dato	Descripción
Parámetro de entrada		
In	Dint	Valor a integrar
Enable	Bool	Habilitación del cálculo integral
Reset	Bool	Reset (si está a True, el parámetro se pone a cero)
Parámetro de salida		
Out	Lreal	Valor integrado (remanente)
Error	Bool	Salida de error

Fuente: Elaboración propia.

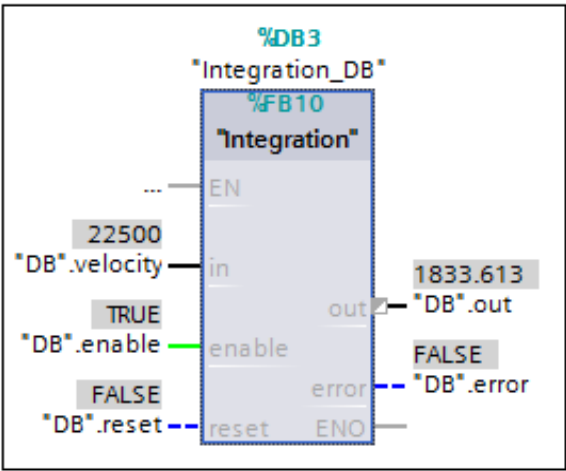


Figura 4.23: Esquema del bloque de integración.
Fuente: Soporte Industrial siemens. (2016)

h) Enclavamientos de seguridad.

Se ha programado enclavamiento de seguridad para proteger la operación y funcionamiento de cada válvula de control ON/OFF, válvula con posicionador y bomba de Línea 1 y 2. En operación normal esta señal se encuentra con el estado “1” lógico en caso que exista ausencia de este valor; la válvula ON/OFF posicionador y gases cerrará

automáticamente, para la válvula ON/OFF de recirculación cerrará automáticamente. Los enclavamientos de seguridad programados asignado a cada equipo se muestran en el Cuadro 4.27.

Cuadro 4.27: Enclavamientos de seguridad.

Tipo Enclavamiento de Seguridad	Condiciones	Equipo	Descripción
Ilock Apertura	Válvula de despacho Línea 1 abierta al 100%	XS-101	Válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 1
Ilock Apertura	Válvula de despacho Línea 2 abierta al 100%	XS-201	Válvula de control ON/OFF recirculación - Línea 2
Ilock Apertura	Confirmación de presencia de camión Línea 1	XS-103	Válvula de control ON/OFF gases - Línea 1
Ilock Apertura	Confirmación de presencia de camión Línea 2	XS-203	Válvula de control ON/OFF gases - Línea 2
Ilock Apertura	Válvula de gases abierta	XS-102	Válvula de control posicionador despacho Línea 1
Ilock Apertura	Válvula de gases abierta	XS-202	Válvula de control posicionador despacho Línea 2
Ilock encendido	Sensor de nivel de Tanque OK	HS-101	Comando marcha/parada Bomba - Línea 1
Ilock encendido	Sensor de nivel de Tanque OK	HS-102	Comando marcha/parada Bomba - Línea 2

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Discusión.

La programación del controlador se realizó en bloques FB y FC, para tener una mejor organización y facilidad para realizar los cambios que se presentaron durante su implementación.

La utilización de bloques definidos de la librería STEP7 tales como: Rampa, Integración permiten realizar de forma interactiva y más rápida la configuración del modo de control que se aplicará a cada actuador. Por último se ha creado los bloques en lenguaje estructurado para el escalamiento de las entradas y salidas analógicas. Se hace uso de estos bloques con el fin de programar en forma ordena el sistema y así simplificar el código fuente.

4.3 CONFIGURACIÓN PARA EL MONITOREO DEL PROCESO MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN DEL HMI.

4.3.1 Resultados.

Para tener un control totalizado del fluido de ácido que se despacha a los camiones cisternas y tener acceso a la información del despacho se realizó la programación del HMI, esta interfaz contiene diversas pantallas que permite interactuar entre el usuario y el proceso en campo, así mismo permite configurar los principales valores del sistema necesarios para poder configurar el sistema de despacho. A continuación se describe las pantallas desarrolladas y su función.

4.3.1.1 Pantalla Línea 1/Línea 2.

Se accede a esta pantalla al presionar sobre el botón “Línea 1” o “Línea 2” ubicada en la barra de botones del extremo inferior de las pantallas. En la pantalla se visualiza el estado abierto/cerrado de las válvulas de control ON/OFF (válvula de gases y recirculación), posición actual de la válvula con posicionador (despacho), como se observa en la Figura 4.24 y 4.25. Desde esta pantalla el operador interactúa con el funcionamiento de la línea de despacho L1 o L2, seleccionando el modo de operación del sistema manual o automático. Las pantallas varían según el estado del interruptor modo de operación.

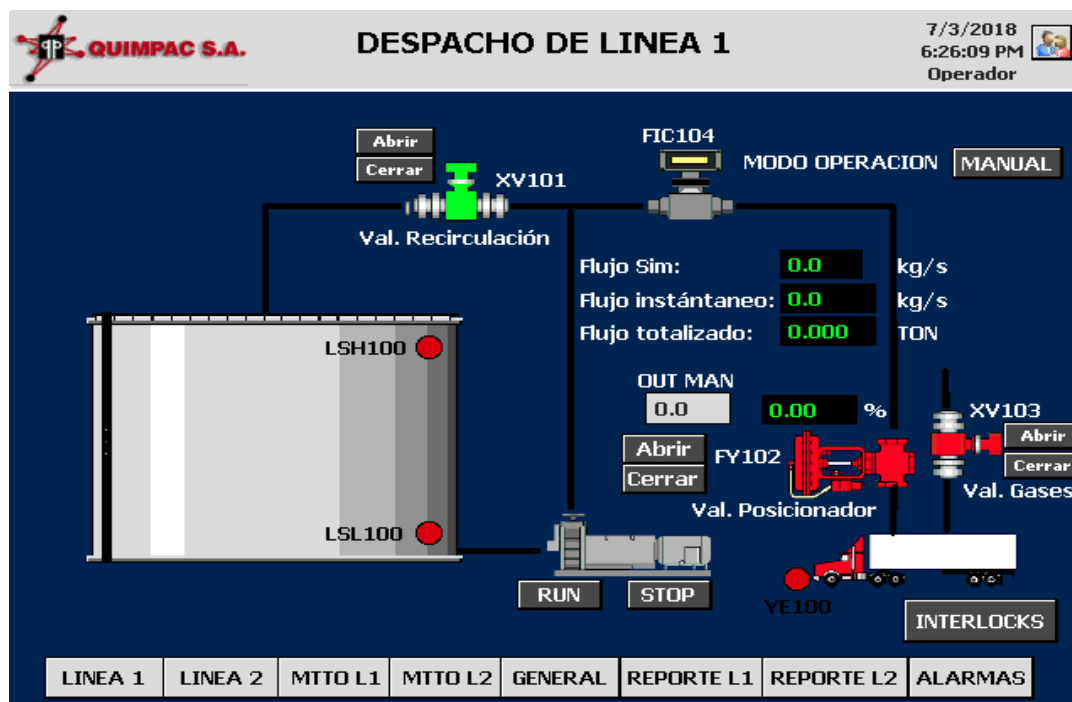


Figura 4.24: Pantalla Línea 1 Modo Manual.
Fuente: Elaboración Propia.

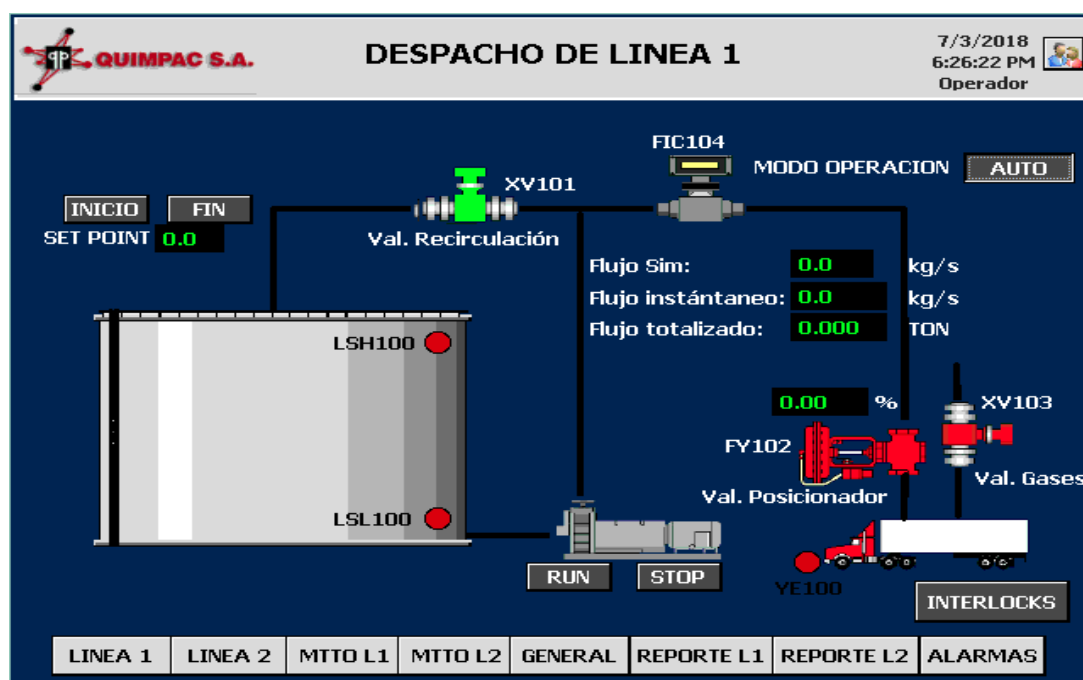


Figura 4.25: Pantalla Línea 1 Modo Automático.
Fuente: Elaboración Propia.

Al pulsar sobre el botón interlocks la pantalla direccionada muestra un resumen de todos los interlocks de apertura, cierre configurado y estados de las válvulas de gases, despacho y recirculación como se muestra en la Figura 4.26.

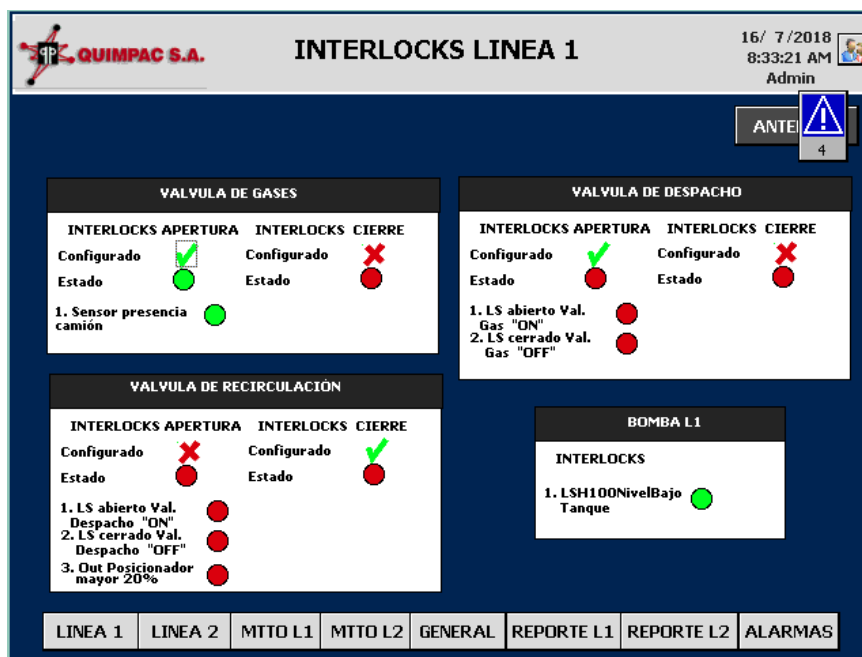


Figura 4.26: Pantalla Interlocks.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.2 Pantalla Mantenimiento.

Se accede a esta pantalla al presionar sobre el botón “MTTOL1” o “MTTOL1” ubicada en la barra de botones del extremo inferior de las pantallas. Esta pantalla permite configurar los parámetros de entrada de los bloques de función “Válvula” declarado en la programación del PLC S7-1200. Solo el usuario administrador y supervisor podrán cambiar la configuración de estos parámetros y el usuario operador únicamente podrá monitorear los parámetros configurados.

Las válvulas de control ON/OFF usadas para el control de gases de las líneas L1 y L2 es normalmente cerrada es decir cuando la válvula se encuentre abierta y se presente una falla, la válvula se cerrará automáticamente; caso contrario en la válvula de recirculación cuando se encuentre cerrada y se presente una falla la válvula abrirá automáticamente. Este parámetro de operación normal de la válvula es de vital importancia ya que al energizar o cambiar de estado “STOP a RUN” al PLC, permitirá que la válvula de gases y recirculación de cada línea L1 y L2 abra o cierre automáticamente según su configuración.

Desde esta pantalla Figura 4.27, se habilita la operación de interlock de apertura y cierre, en este proyecto solo se ha declarado interlock de apertura, siendo el interlock de apertura de la válvula de gases la confirmación de sensor de presencia detección de camión cisterna y para la válvula de recirculación abrirá solo si la válvula de despacho y válvula de gases se encuentre totalmente abierto. También es posible dar un bypass a los interlocks de apertura y cierre esta opción permitirá que el personal de mantenimiento obvie los interlock declarados con la finalidad de aperturar o cerrar válvula para fines de mantenimiento.

El usuario de mantenimiento define si la válvula tiene confirmación de apertura y/o cierre por final de carrera. Finalmente desde esta pantalla se ejecuta comandos de apertura y cierre de las válvulas en modo de operación manual.



Figura 4.27: Pantalla Mantenimiento 1.

Fuente: Elaboración Propia.

La configuración de la válvula de despacho de cada línea se accede al pulsar el botón siguiente Figura 4.28. Al igual que la anterior pantalla esta interfaz permite configurar los parámetros de entrada del bloque de función “Val_Posicionador” declarado en la programación del PLC S7-1200.

Los parámetros a configurar son habilitar operación de interlock de apertura y cierre, para esta válvula solo se ha declarado interlock de apertura es decir la válvula de despacho solo abrirá con la confirmación de apertura de la válvula de gases. El personal de mantenimiento puede hacer un bypass con estos interlocks con la finalidad de aperturar y cerrar esta válvula. El usuario de mantenimiento define si la válvula tiene confirmación de apertura y/o cierre por final de carrera. Desde esta pantalla también se visualiza la referencia de apertura en automático, manual, consigna mínimo de flujo totalizado para iniciar apertura y cierre lento. Finalmente desde esta pantalla Figura 4.28 se asigna referencia de apertura manual, la válvula de despacho abrirá cuando el usuario pulse sobre el botón de comando abrir de forma similar al pulsar el botón de comando cerrar la válvula se cerrará actualizando referencia “Out manual” a 0%.



Figura 4.28: Pantalla Mantenimiento-válvula de despacho.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.3 Pantalla General.

Se accede a esta pantalla al presionar sobre el botón “GENERAL” ubicado en la barra de botones del extremo inferior desde cualquier pantalla. La función de esta pantalla es sincronizar fecha y hora entre el PLC, HMI y administrador de los usuarios registrados del HMI.

4.3.1.4 Sincronización fecha y hora entre el PLC y HMI.

Esta opción permite cambiar y sincronizar la fecha y hora entre el PLC y HMI. Se implementa esta opción con el fin de tener un registro exacto del tiempo al inicio y fin de la secuencia despacho automático de cada línea.

SINCRONIZACIÓN RELOJ

SYSTEM TIME 7/3/2018 4:17:48 AM

LOCAL TIME 7/3/2018 6:17:48 AM

WRITE TIME 1/1/1970 12:00:00 AM

CAMBIAR

Figura 4.29: Pantalla General – Sincronización reloj.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.5 Administración de usuarios.

Esta función permite restringir el acceso de los usuarios al sistema, esta pantalla se muestra en la Figura 4.30. Se han considerado los usuarios administrador, supervisor y operador; el usuario administrador y supervisor contarán con los privilegios de poder acceder a las pantallas mantenimiento y pantalla general con la finalidad de cambiar la configuración del funcionamiento de las válvulas ON/OFF, posicionador, interlocks, fecha/hora, creación y eliminación de usuarios. El usuario operador contará con solo la opción de dar inicio/ fin, cambiar el set point de las secuencias de despacho, reconocer alarmas de cada válvula; así mismo desde este usuario se visualiza el reporte de los despachos realizados tanto en la Línea 1 como en Línea 2.

USUARIOS

Administrador

LOGIN CERRAR

CREAR USUARIO

Administrador	Administrat...	▲
Operador	Users	
Supervisor	Users	
PLC User	Unauthorized	▼

Figura 4.30: Pantalla General – Usuarios.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.6 Pantalla Reporte.

Se accede a esta pantalla al presionar sobre el botón “REPORTE L1” o “REPORTE L2” ubicada en la barra de botones del extremo inferior de las pantallas y los resultados se muestran en la Figura 4.31. La función de esta pantalla es mostrar un reporte de los ultimo 16 despachos en donde se visualiza la fecha, hora de inicio y fin, set point (SP) configurado por el operador, totalizado de flujo despachado, indicador si se realizó el despacho completo o se detuvo por alguna interrupción; los parámetros placa, peso móvil inicial y final son ingresados de forma manual por el operador.


QUIMPAC S.A.

REPORTE DE LLENADO LINEA 1

16/ 7 /2018

4:04:39 AM

Operador 

N°	FECHA	HORA		SP (TON)	TOTAL FLUJO (TON)	DESP COM.	PLACA	PESO MOVIL (TON)	
		INICIO	FIN					INICIAL	FINAL
1	4/7/2018	5:51:54 AM	5:54:12 AM	10.0	10.1	SI	HJK-254	10.0	10.1
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

SIGUIENTE

LINEA 1

LINEA 2

MTTO L1

MTTO L2

GENERAL

REPORTE L1

REPORTE L2

ALARMAS

Figura 4.31: Pantalla Reporte.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.1.7 Pantalla Alarmas.

Se accederá a esta pantalla al presionar sobre el botón “ALARMAS” ubicada en la barra de botones del extremo inferior de las pantallas. La función de esta pantalla es mostrar las alarmas pendientes sin reconocer en un listado Figura 4.32, cuando la alarma se normalice el operador reseteará la alarma a través de esta pantalla.

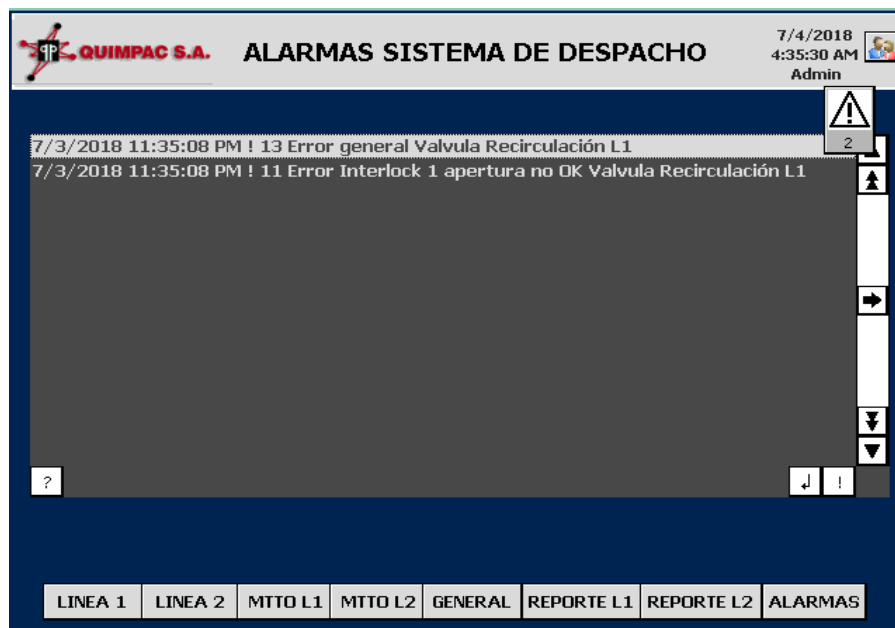


Figura 4.32: Pantalla Alarmas.

Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2 Discusión.

La configuración de la HMI seleccionada KTP1000 se realizó con el propósito de poder monitorear el proceso y definir la cantidad de ácido a despachar a través de un control manual o automático. Para lo cual se hizo el diseño a través de pantallas que permiten interactuar, estas son: pantalla general, pantalla principal de las líneas 1 y línea 2, pantalla de mantenimiento, pantalla de registros, pantalla de alarmas cada una con subpantallas, además se ha incluido una pantalla para configurar y restringir el acceso solamente a personal autorizado. La configuración se realizó a través del software de programación TIA PORTAL V3.

En el HMI se realizó la configuración respectiva de las válvulas de control ON/OFF usadas para el control de gases de las líneas L1 y L2 que son normalmente cerrada es decir cuando la válvula se encuentre abierta y se presente una falla, la válvula cerrará automáticamente; caso contrario cuando la válvula de recirculación se encuentre cerrada y se presente una falla la válvula abrirá automáticamente. Este parámetro de operación normal de la válvula es de vital importancia ya que al energizar o cambiar de estado “STOP a RUN” al PLC, la válvula de gases y recirculación de cada línea L1 y L2 abrirá o cerrará automáticamente según su configuración. La válvula de despacho también tiene

control directo desde el HMI, para hacer tareas de mantenimiento como abrir o cerrar la válvula.

La función de la pantalla reporte es mostrar un reporte de los últimos 16 despachos en donde se visualiza la fecha, hora de inicio y fin, set point (SP) configurado por el operador, totalizado de flujo despachado, indicador si se realizó el despacho completo o se detuvo por alguna interrupción; además brindará información sobre datos del cliente como son: placa, peso móvil inicial y final. Los datos del cliente son ingresados de forma manual por el operador.

4.4 REALIZACIÓN DE PRUEBAS Y SIMULACIONES DEL PROCESO PARA VERIFICAR EL PROGRAMA DEL PLC Y CONFIGURACIÓN DEL HMI.

4.4.1 Resultados.

A continuación se presenta la simulación que comprueba el correcto funcionamiento de la lógica de control programado en el PLC, configuración y visualización de variables que interactúan en el proceso a controlar en base al programa implementado en lenguaje estructurado, ladder, el diseño de las pantallas creadas en la interfaz hombre-máquina (HMI), el correcto direccionamiento de las señales y alarmas configuradas en el HMI. Se hace mención que al no tener la disponibilidad de usar los equipos industriales seleccionados en el diseño se realizan pruebas de simulación forzando estas señales desde el programa y se verifica en el HMI su correcto funcionamiento.

4.4.1.1 Simulación de actualización de fechas en el PLC y visualización en el HMI

La sincronización de fecha y hora entre el PLC y HMI se realizó al introducir la fecha y hora en el parámetro “Write Time” y pulsando sobre el botón “cambiar”. La actualización llegó a establecerse satisfactoriamente ya que la fecha y hora del PLC coincide con la del HMI, este parámetro también se verifica en la visualización de parámetros Local Time y System Time, como se muestra en la Figura 4.33

SINCRONIZACIÓN RELOJ	
SYSTEM TIME	7/4/2018 4:14:09 PM
LOCAL TIME	7/4/2018 4:14:09 PM
WRITE TIME	7/4/2018 4:14:00 PM
CAMBIAR	

Figura 4.33: Actualización fecha y hora HMI.

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.1.2 Simulación de funcionamiento en modo automático

Se realizó la simulación de despacho del ácido clorhídrico para Línea 1 considerando la configuración del set point en 18 t. Primero se simuló el interlock de bomba línea 1 forzando desde el programa PLC, ver Figura 4.34. La señal nivel bajo del Tanque, con la presencia de este interlock se procedió al arranque con el botón “run” de respectiva bomba L1. A continuación se procedió a verificar el botón modo de operación se encuentre en automático, cumpliendo este requisito se inició el funcionamiento del sistema automático al pulsar sobre el botón inicio.

La secuencia empezó con la apertura de la válvula de gases (ON/OFF) para ello el interlock de apertura de esta válvula: sensor YE100 se forzó desde el programa del PLC simulando detección de presencia del camión cisterna. La confirmación de apertura de esta válvula de gases será usada para el interlock de la siguiente válvula de despacho (posicionador).

A continuación, el programa realizó la comparación mayor igual entre el set point de despacho y el valor de 1 t., dado que el set point tiene el valor 18 t. y se cuenta con el interlock de apertura válvula de despacho, la lógica del programa procedió a abrir la válvula de despacho al 100%. Al igual que las anteriores válvulas, la confirmación de apertura de esta válvula de despacho al 100% es usado para el interlock de cierre de la siguiente válvula de recirculación (ON/OFF), la válvula de recirculación cerró al obtener confirmación del interlock de cierre. Cuando la válvula de recirculación cierra se verificó que la secuencia de inicio de apertura de válvulas concluyó satisfactoriamente.

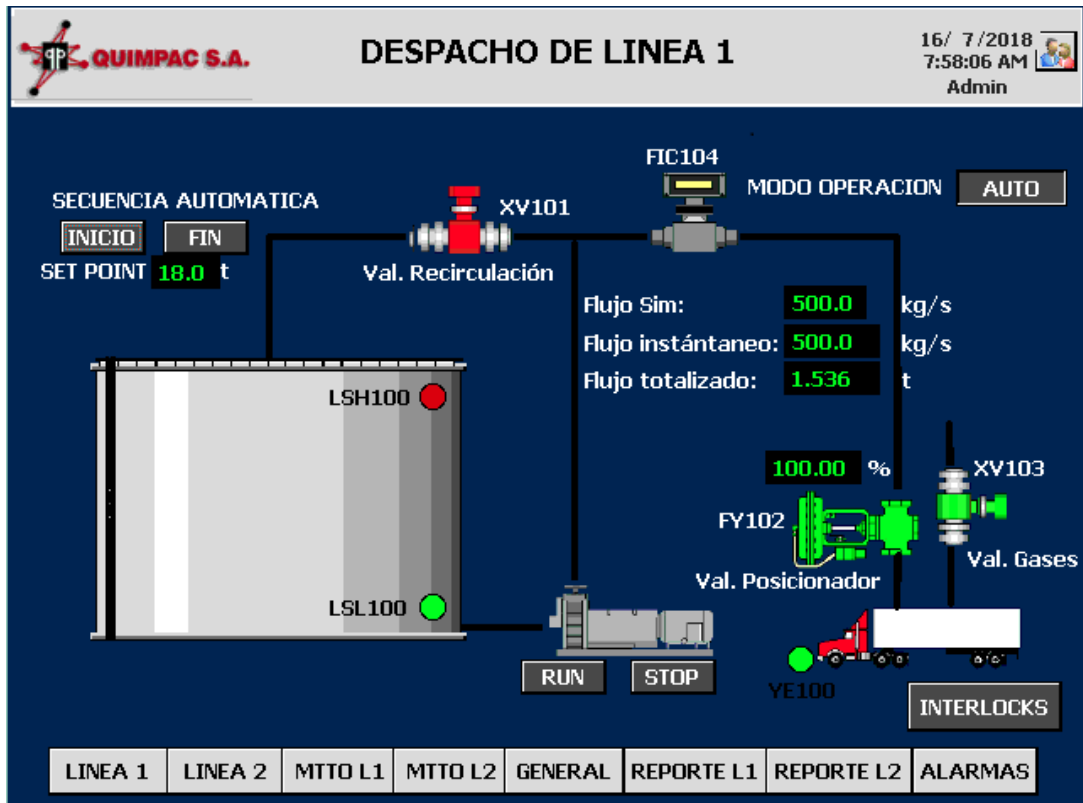


Figura 4.34: Secuencia de inicio de funcionamiento automático.

Fuente: Elaboración Propia.

A continuación la lógica de control verifica que el total de flujo despachado sea menor a la diferencia entre el set point y el mínimo valor configurado para cerrar lento. Se verificó en la simulación del flujo de despacho que cuando se encuentra cerca a este valor, la válvula de recirculación inició su apertura y la válvula de despacho cerró al 20% Figura 4.35. Cuando el totalizado de flujo es igual al valor del set point 18 t, se verificó que la válvula de despacho cerró completamente al 0 % Figura 4.36.

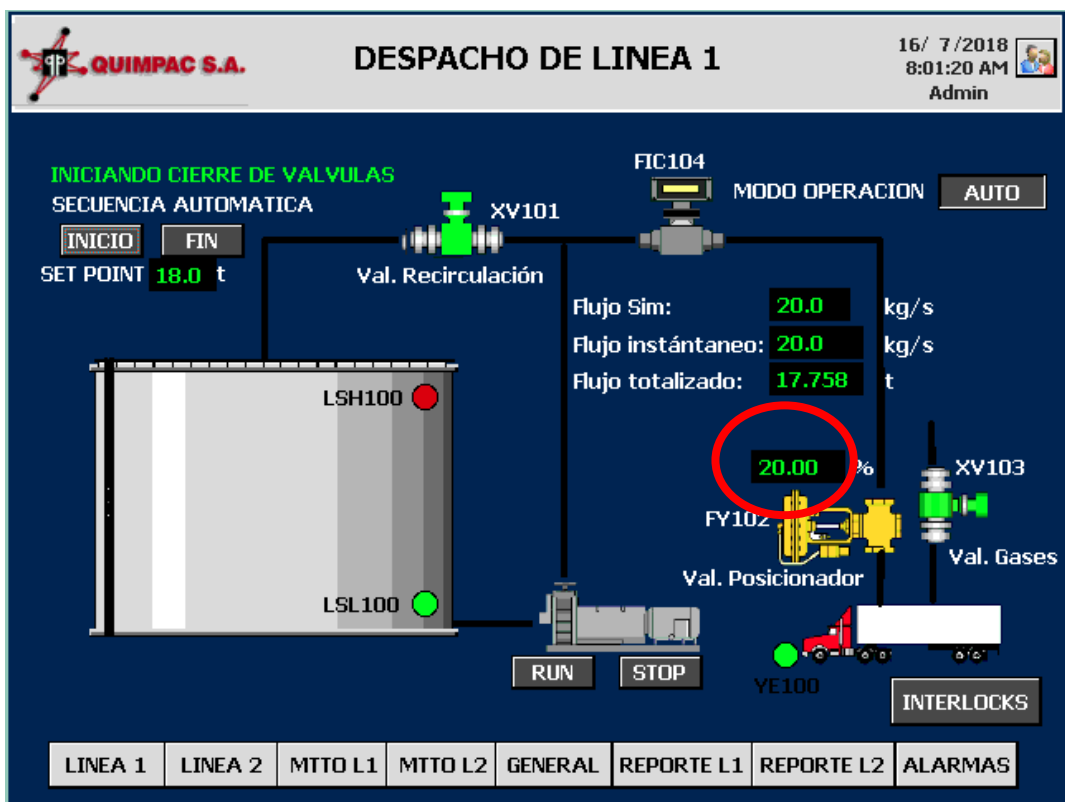


Figura 4.35: Cierre de válvula despacho al 20%.

Fuente: Elaboración Propia.

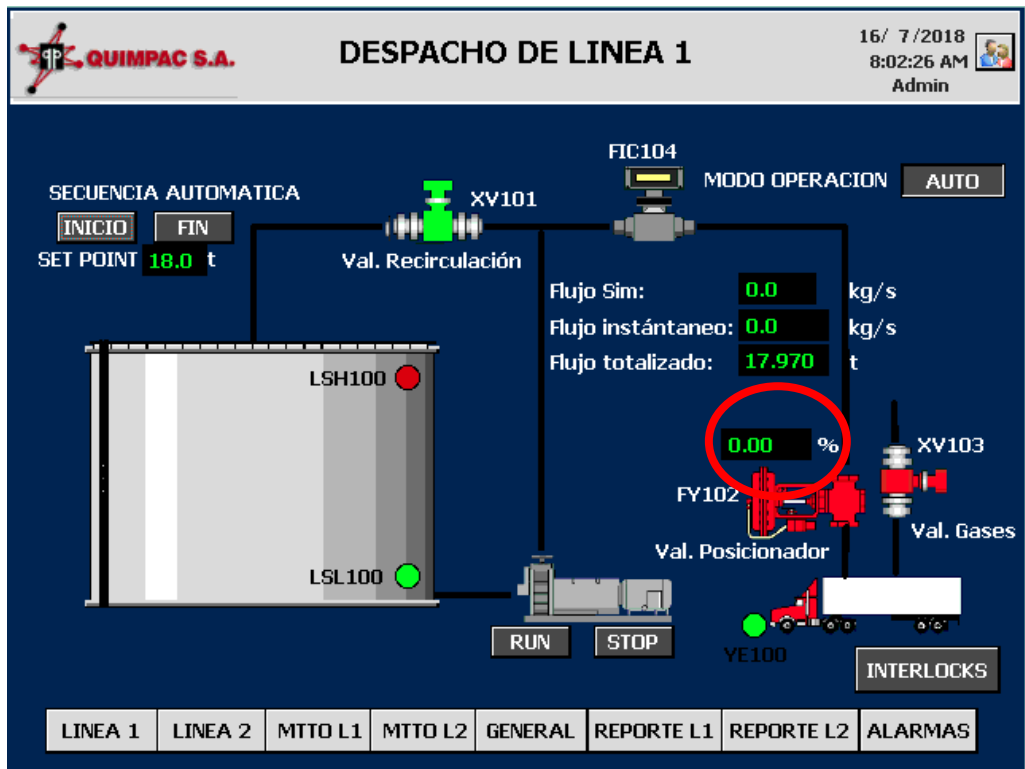


Figura 4.36: Cierre de válvula despacho al 0% fin de funcionamiento automático.

Fuente: Elaboración Propia.

La siguiente prueba de simulación fue realizar la operación normal del sistema automático, cuando el valor de flujo totalizado se encontraba cerca al valor de 17 t. y se requiere detener la secuencia automática pulsando el botón. A través de un mensaje en el HMI como se muestra en el recuadro color rojo de la Figura 4.37 el programa registró que el despacho no se concluyó satisfactoriamente y se contó con la opción de actualizar el nuevo set point con el faltante de flujo que necesita para completar el despacho.

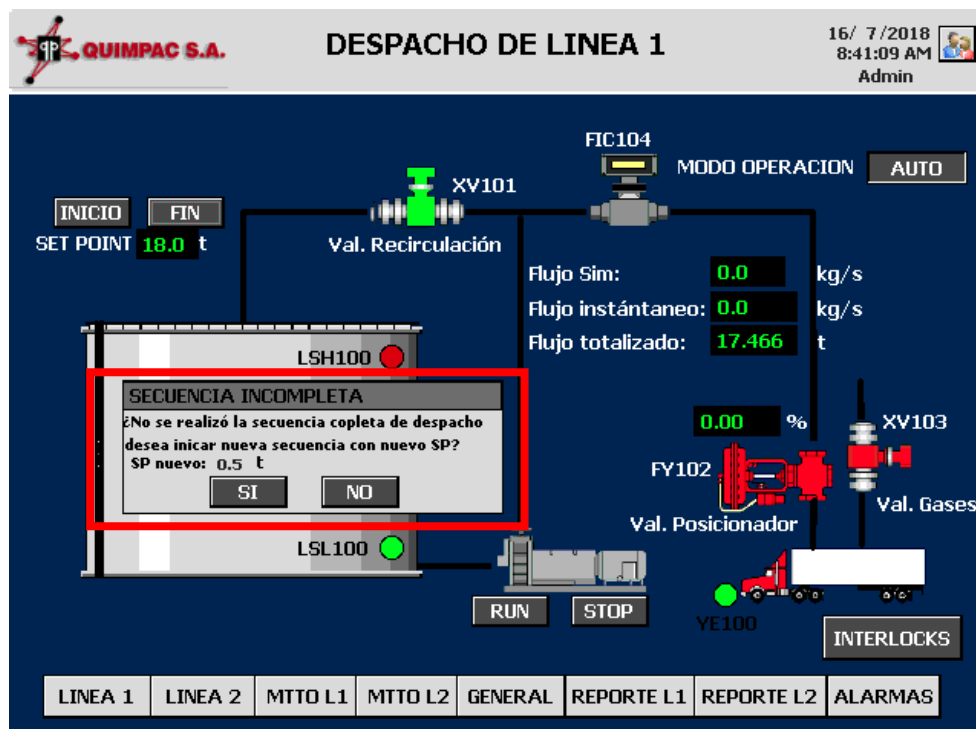


Figura 4.37: Secuencia incompleta de despacho.

Fuente: Elaboración Propia.

Al pulsar sobre el botón “SI” se actualizó el set point siendo la diferencia del set point inicial 18 t y el último flujo totalizado 17.466 t, obteniendo como resultado el valor de 0.5 t. También se ha simulado el funcionamiento del sistema con este nuevo set point menor a 1 t, como se describió anteriormente la bomba de línea L1 debe estar en funcionamiento, al pulsar sobre el botón inicio se inició nuevamente la secuencia. La secuencia empieza con la apertura de válvula de gases para ello el interlock de esta válvula sensor YE100 nuevamente fue simulado desde el programa del PLC. Al recibir la confirmación de apertura de la válvula de gases, el programa realizó la comparación entre el set point y el valor de 1 t, dado que el nuevo set point es menor, la lógica del programa procedió abrir la válvula de despacho al 20%. Cuando el totalizado de flujo es igual al

valor del set point 0.5 t como se muestra en el círculo color rojo de la Figura 4.38, se verificó que la válvula de despacho cerró completamente al 0%.

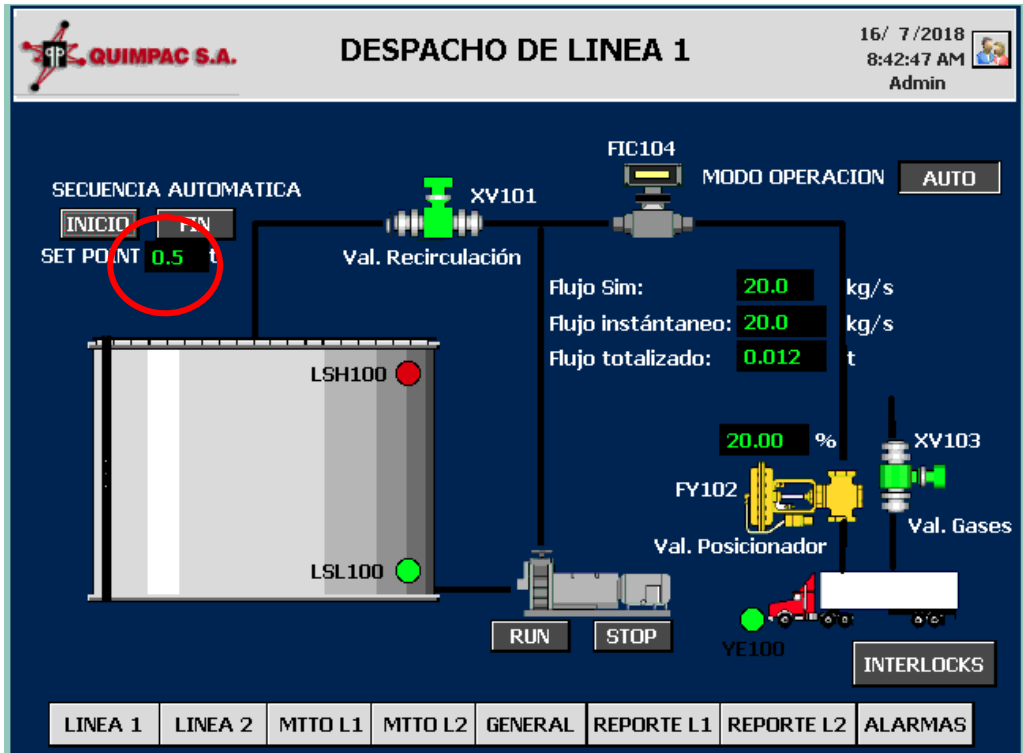


Figura 4.38: Secuencia de inicio con flujo menor a 1 T.
Fuente: Elaboración Propia.

Los sensores de presencia del camión cisterna de ambas líneas son simulados en el bloque de función Entradas_Salidas en donde se agregó variables SimYE100, SimYE200 para forzar variable Figura 4.39. De igual manera el sensor de nivel LSH100NivelBajo es simulado a través de la variable SimNivelBajo, forzando este al valor de 1 (TRUE).

18	"LSH100NivelAlto"	:= "ED02_00" OR "SimNivelAlto";	▶	"LSH100NivelAlto"	FALSE
19	"LSH100NivelBajo"	:= "ED02_01"OR "SimNivelbajo";	▶	"LSH100NivelBajo"	TRUE
20	"AlarmLSH100NivelBajo"	:= NOT ("ED02_01" OR "SimNive	▶	"AlarmLSH100NivelB...	FALSE
21	"HS00PE"	:= "ED02_02" OR "SimHS00PE";	▶	"HS00PE"	FALSE
22	"YE100Camion"	:= "ED02_03" OR "SimYE100";	▶	"YE100Camion"	TRUE
23	"YE200Camion"	:= "ED02_04" OR "SimYE200" ;	▶	"YE200Camion"	FALSE
24					

Figura 4.39: Simulación de sensoresYE100, YE200 y LSH100NivelBajo en el PLC.
Fuente: Elaboración Propia.

La simulación de confirmación de apertura y cierre de las válvulas gases, posicionador y recirculación es simulado con la salida de temporizadores (TON) con retardo a la conexión de 3 s. Para el caso de confirmación de apertura de las válvulas de gases y recirculación la señal que activa este temporizador es la salida Out de cada bloque de función “válvula”, es decir después de 3 segundos la salida del temporizador cambia de estado a “1”, simulando la confirmación de apertura de válvula ON/OFF Figura 4.40.

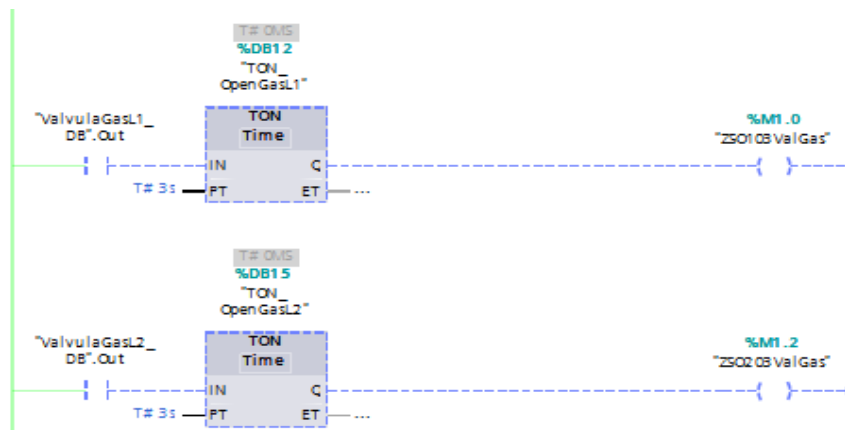


Figura 4.40: Simulación de apertura válvula ON/OFF en PLC.
Fuente: Elaboración Propia.

De igual manera se utiliza la misma señal Out negada para la simulación de la confirmación de cierre de cada válvula ON/OFF, esta señal activa después de 3 segundos, la salida del temporizador confirmación de cierre, simulando la confirmación de cierre de válvula ON/OFF, Figura 4.41.

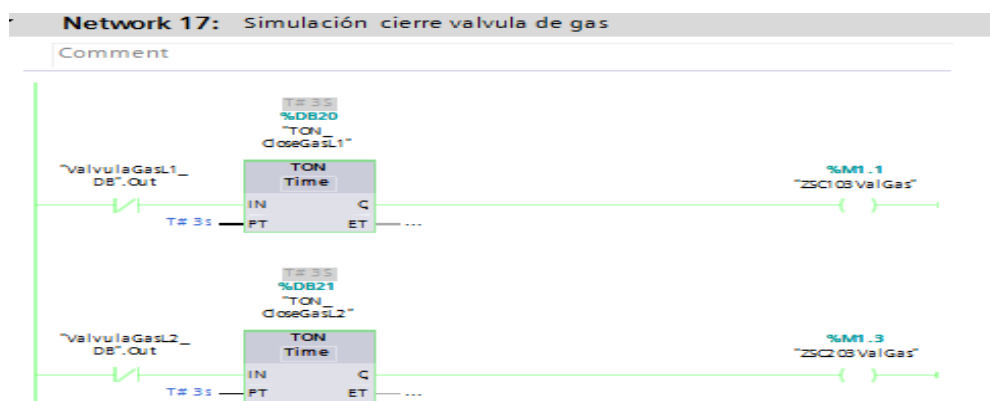


Figura 4.41: Simulación de cierre válvula ON/OFF en PLC.
Fuente: Elaboración Propia.

Para el caso de las válvulas con posicionador, la señal que activa el funcionamiento del temporizador confirmación de apertura es la comparación de la señal Out_SP (% de apertura), cuando esta es mayor a 80%, de tal modo que después de 3 segundos se activa la salida del temporizador (Figura 4.42).

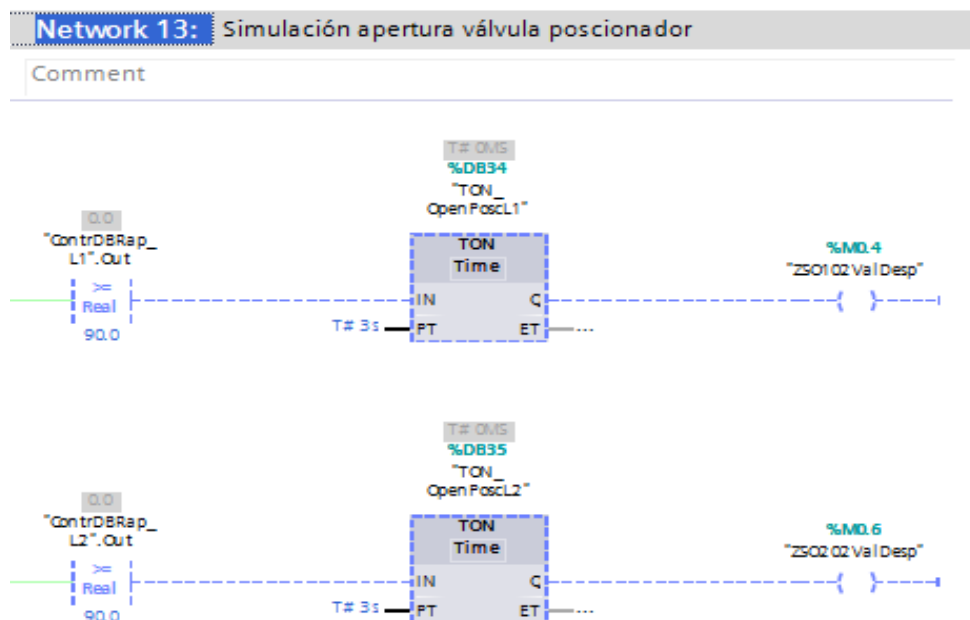


Figura 4.42: Simulación de apertura válvula posicionador en PLC.

Fuente: Elaboración Propia.

Del mismo modo la señal que activa la simulación de confirmación de cierre de válvula con posicionador es la comparación de la señal Out_SP (% de apertura) cuando esta es menor a 20%.

4.4.1.3 Simulación de funcionamiento en modo manual.

Se realizó la simulación del funcionamiento del sistema en modo manual como se muestra en la Figura 4.43, los enclavamientos de las válvulas de gases, despacho, recirculación y la secuencia de apertura/cierre de estos son los mismo explicados en el ítem anterior, con la diferencia que el operador realiza de forma manual la apertura/cierre de cada válvula a través de los botones abrir/cerrar. Se verificó que en cualquier momento se dio inicio a la secuencia establecida con los botones en forma manual, cabe resaltar que el flujo totalizado no es una condición previa para dar fin a la secuencia y también se siguió la secuencia establecida para el cierre de las válvulas.

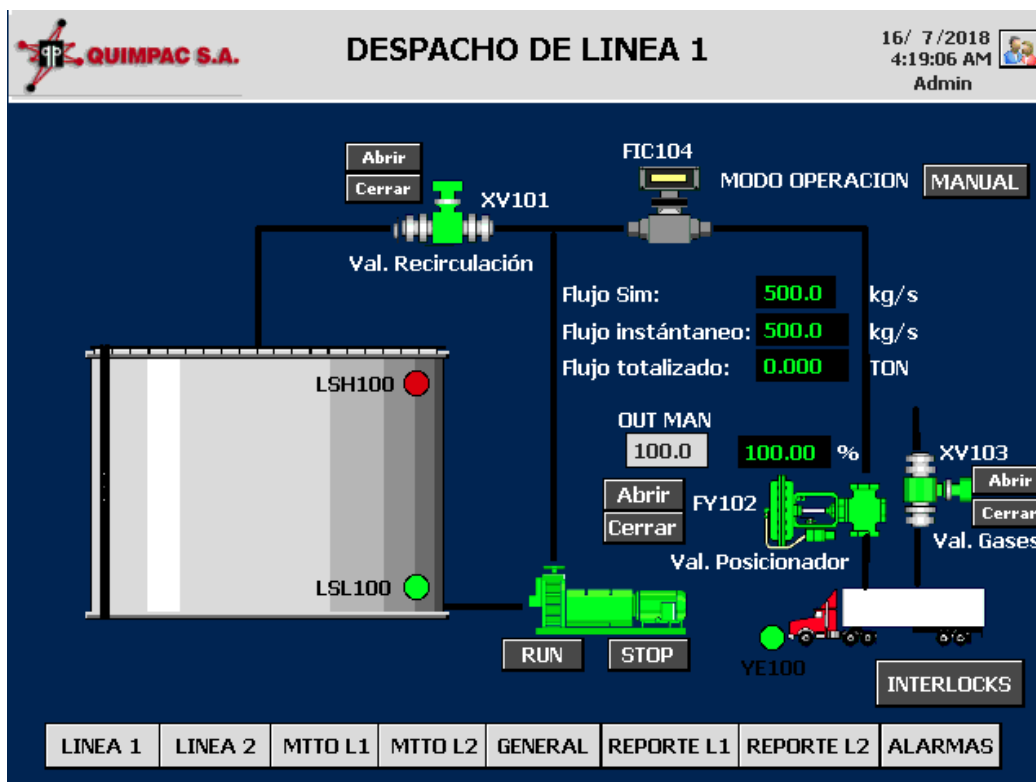


Figura 4.43: Funcionamiento manual.

Fuente: Elaboración Propia.

Otra prueba realizada es la apertura y cierre de válvulas sin seguir la secuencia establecida para ello se configuró bypass a los respectivos interlock de cada válvula. Para realizar esto se inició sesión con el usuario administrador y en la pantalla mantenimiento L1 se cambió de estado a ON al interruptor columna Bypass Ilock apertura de la válvula de gases y despacho Figura 4.44 y 4.45 respectivamente, así mismo para la válvula de recirculación por ser normalmente abierta se cambió de estado a ON en el interruptor columna Bypass Ilock cierre.

La finalidad de esta prueba es verificar el correcto funcionamiento de las válvulas en forma independiente. Es decir a través de esta opción el despacho manual no sigue ninguna secuencia, se verificó que al configurar este modo bypass las válvulas se abrieron y cerraron en cualquier orden.


QUIMPAC S.A.

DESPACHO DE LINEA 1

16/ 7/2018
3:24:13 AM
Admin

Modo de control automatico: **OFF**

VALVULA DE GASES

Operación de Válvula: **Normal Cerrado**
Enable Ilock Apertura: **ON** ✓
Enable Ilock Cierre: **OFF** ✗

BYPASS
LIMITSWITCH

Ilock Apertura **ON**
Ilock Cierre **OFF**
Switch apertura ON
Switch cierre ON

ON
ON
ON
ON

ON
ON
ON
ON

CMD MANUAL
Abrir **Cerrar**

VALVULA DE RECIRCULACIÓN

Operación de Válvula: **Normal Abierto**
Enable Ilock Apertura: **OFF** ✗
Enable Ilock Cierre: **ON** ✓

BYPASS
LIMITSWITCH

Ilock Apertura **OFF**
Ilock Cierre **ON**
Switch apertura ON
Switch cierre ON

OFF
ON
ON
ON

ON
ON
ON
ON

CMD MANUAL
Abrir **Cerrar**

SIGUIENTE

LINEA 1
LINEA 2
MTTO L1
MTTO L2
GENERAL
REPORTE L1
REPORTE L2
ALARMAS

Figura 4.44: Bypass Válvula de Gas y Recirculación.
Fuente: Elaboración Propia.


QUIMPAC S.A.

DESPACHO DE LINEA 1

16/ 7/2018
7:54:23 AM
Admin

Modo de control automatico: **OFF**

VALVULA DE DESPACHO

Enable Ilock Apertura: **ON** ✓
Enable Ilock Cierre: **OFF** ✗
OUT AUTOMATICO 0.0 %
OUT FEEDBACK 0.0 %
Min Val Open Low: 1.0 t
Min Val Close Low: 1.0 t

BYPASS
LIMITSWITCH

Ilock Apertura **ON**
Ilock Cierre **OFF**
Switch apertura ON
Switch cierre ON

ON
OFF
ON
ON

OFF
OFF
ON
ON

CMD
Abrir **Cerrar**
OUT MANUAL 0.0 %

ANTERIOR

LINEA 1
LINEA 2
MTTO L1
MTTO L2
GENERAL
REPORTE L1
REPORTE L2
ALARMAS

Figura 4.45: Bypass Válvula de despacho.
Fuente: Elaboración Propia.

102

4.4.1.4 Simulación de funcionamiento registro de reportes.

Esta pantalla muestra el reporte de los últimos 16 despachos realizados en modo automático. Cada vez que termina el despacho los valores de fecha, hora de inicio/fin, set point configurado, totalizado de flujo despachado, indicador de despacho exitoso. Se registró en el reporte los últimos datos de despacho realizado como producto de las simulaciones Figura 4.46.

<div>  QUIMPAC S.A. </div> <div> REPORTE DE LLENADO LINEA 1 </div> <div> 16/ 7/2018 8:46:29 AM Admin </div>									
N°	FECHA	HORA		SP (t)	TOTAL FLUJO (t)	DESP COM.	PLACA	PESO MOVIL (t)	
		INICIO	FIN					INICIAL	FINAL
1	16/7/2018	3:21:03 AM	3:25:52 AM	18.0	18.0	SI	MNU-34J	0.0	18.0
2	16/7/2018	3:26:10 AM	3:31:00 AM	18.0	18.0	SI	MNU-34J	0.0	18.0
3	16/7/2018	3:37:34 AM	3:41:07 AM	18.0	17.5	NO	MNU-34J	0.0	17.5
4	16/7/2018	3:42:33 AM	3:45:11 AM	0.5	0.5	SI	MNU-34J	17.5	20.0
5									
6									
7									
8									

SIGUIENTE

LINEA 1

LINEA 2

MTTO L1

MTTO L2

GENERAL

REPORTE L1

REPORTE L2

ALARMAS

Figura 4.46: Registro de despacho.

Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2 Discusión.

Las simulaciones permitieron establecer que la configuración del HMI y programación del PLC cumplen con la secuencia de despacho tanto en modo manual y automático, para dar inicio a las secuencia de operaciones en modo automático se tuvo que forzar las señales de los sensores. Las simulaciones permitieron comprobar varias situaciones posibles que se puedan presentar en condiciones de servicio real.

La simulación en modo manual permite verificar el correcto funcionamiento de las válvulas en forma independiente. Es decir a través de esta opción el despacho manual no

sigue ninguna secuencia, se verificó que al configurar este modo bypass las válvulas se abrieron y cerraron en cualquier orden.

Las pruebas realizadas fueron registradas y almacenadas en la pantalla de registro, la cual se puede acceder para verificar cualquier información sobre un despacho realizado, también se presentaron las alarmas cuando el proceso por algún motivo no se completó correctamente.

4.5 ANÁLISIS DE LOS COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.

4.5.1 Resultados.

En esta sección se realiza una estipulación de los costos que demanda la mejora del despacho de ácido clorhídrico de la empresa QUIMPAC S.A, es decir pasar del sistema actual (modo manual) a un sistema automático de control del totalizado del ácido despachado. El análisis comprende los costos de la instrumentación propuesta y diseño del programa de control.

4.5.1.1 Costos directos.

Es el costo que se genera por la mano de obra directa y materiales directos. Dentro de los materiales directos se va considerar los elementos de la instrumentación propuesta.

4.5.1.2 Costo de la mano de obra directa (CMOD).

Es el costo - hombre que proporciona sus servicios para realizar el proyecto. Para el cálculo de la mano de obra directa se considera los salarios de los trabajadores involucrados, como: Ingeniero supervisor, ingeniero del proyecto, técnico instrumentista y técnico eléctrico.

El tiempo que se estima en la implementación de este proyecto se muestra en el Cuadro 4.28.

Cuadro 4.28: Tiempo estimado en la implementación del proyecto.

N°	Descripción de actividades	Tiempo emp. (horas)
1	Recopilación de información	10
2	Definición de solución	10
3	Redacción de propuesta y revisión	20
4	Propuesta técnica	15
5	Memoria de selección de instrumentos	30
6	Lista de equipos e instrumentos	5
7	Diagramas eléctricos	10
8	Programación del PLC	40
9	Montaje de la instrumentación y tablero de control	60
10	Cableado y configuración de equipos	60
11	Puesta en marcha y calibración	20
TOTAL DE HORAS		280

Fuente: Elaboración propia.

El costo de la mano de obra directa se estima en el Cuadro 4.29 las horas de trabajo son tomadas del Cuadro 4.28. Para determinar el costos/ hora de cada operario se partió del salario mensual de cada uno. Del Cuadro 4.28 se estima que se emplearán 280 horas que hacen un aproximado de 1 mes trabajando con el personal mencionado en días de 8 horas.

Cuadro 4.29: Costo de mano de obra.

Item	Operador	Salario mensual (S/.)	Meses	Costo(S/.)
1	Ing. Supervisor	4500	1	4500.00
1	Ing. De proyecto	3800	1	3800.00
1	Tec. Instrumentista	2200	1	2200.00
TOTAL				10,500.00

Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 4.29 muestra el costo de la mano de obra directa del proyecto, el cual asciende a S/ 10, 500.00 nuevos soles.

4.5.1.3 Costo de materiales y elementos de la máquina (CMEM).

El costo de los materiales directos han sido tomado de las cotizaciones que se realizaron a los distintos proveedores, los precios están en soles no incluyen IGV.

Cuadro 4.30: Costo de materiales y equipos.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN (elementos del tablero)	MARCA	MODELO	Cant.	P. U (S/)	P.P (S/)
1.1	Armario compacto 600x600x250.	RITTAL	-	1	2000	2000
1.2	Controlador Lógico Programable (PLC) S7-1200	SIEMENS	CPU1212C	1	1800	1800
1.3	Módulo de entradas digitales de 8 canales	SIEMENS	SM1221	1	500	500
1.4	Módulo de entradas y salidas análogas 4AI/2AO	SIEMENS	SM1234	1	1280	1280
1.5	Panel HMI	SIEMENS	KTP1000	1	5600	5600
1.6	Fuente de alimentación	SIEMENS	6EP13333BA00	1	300	300
ÍTEM	DESCRIPCIÓN (válvula de recirculación)	MARCA	MODELO	Cant.	P. U (S/)	P.P (S/)
2.1	Válvula mariposa 3", Tipo 57 UPVC FKM WAFER ASAHI (JAPON)	ASAHI	B2121005106	2	5000	10000
2.2	Actuador neumático ASR tipo piñón y cremallera, simple efecto, tamaño 80, 5 resortes por lado	INTERATIVA	ASR-80/S10	2	1740	3480
2.3	Electroválvula serie L1, 5/2 vías, 1/4" NPT, simple bobina, alimentación de 24VDC.	ASCO	SC8551A001 MS	2	600	1200
ÍTEM	DESCRIPCIÓN (válvulas para succión de gases)	MARCA	MODELO	Cant.	P. U (S/)	P.P (S/)
3.1	Válvula mariposa 2", Tipo 57 UPVC FKM WAFER ASAHI (JAPON)	ASAHI	B2121005041	2	5000	10000
3.2	Actuador neumático ADA tipo piñón y cremallera, doble efecto, tamaño 20.	INTERATIVA	ADA-20	2	2500	5000
3.3	Electroválvula serie L1, 5/2 vías, 1/4" NPT, simple bobina, alimentación de 24VDC.	ASCO	SC8551A001 MS	2	400	800

Continuación del Cuadro 4.30

ÍTEM	DESCRIPCIÓN (válvulas para el despacho)	MARCA	MODELO	Cant.	P. U (S/)	P.P (S/)
4.1	Válvula mariposa 3", Tipo 57 UPVC FKM WAFER ASAHI (JAPON)	ASAHI	B2121005106	2	7000	14000
4.2	Actuador neumático ADA tipo piñón y cremallera, doble efecto, tamaño 40.	INTERATIVA	ADA-40	2	2500	5000
4.3	Posicionador electroneumático rotativo, explosión proof, 150 Psi	POWERGENE X	EPR-DN2SN3NTR	2	2000	4000
ÍTEM	DESCRIPCIÓN (transmisor de flujo)	MARCA	MODELO	Cant.	P. U (S/)	P.P (S/)
5.1	Transmisor de flujo con referencia virtual, salida de 4-20mA, protocolo HART, 100-230VAC, 50-60Hz, IP65	KROHNE	IFC300W	2	3000	6000
5.2	Sensor de flujo de 3", electrodos de tantalio, IP67	KROHNE	OPTIFLUX 4000F	2	5000	10000
ÍTEM	DESCRIPCIÓN (sensor detector)	MARCA	MODELO	Cant.	P. U (S/)	P.P (S/)
6.1	Sensor óptico de barrera por reflexión, alcance 4,2m, IP67.	PEPERLS + FUCKS	MLV12-54	2	450	900
6.2	Réflex de 85x85 cm.	PEPERLS + FUCKS	REF-HF85	2	120	240
ÍTEM	DESCRIPCIÓN (OTROS)	MARCA	Und.	Cant.	P. U (S/)	P.P (S/)
7.1	Cable de Control AWS 16	INDECO	rollo	2	120	240
7.2	Terminal de cable N° 16	pqt.	10	10	100
7.3	Relés 24V	SIEMENS	und.	4	80	320
7.4	Botón de emergencia hongo	Schneider	und.	1	180	180
7.5	Cinta aislante	3M	und.	5	8	40
7.6	Borneras portafusible	Schneider	und.	16	15	240
7.7	Borneras simples	Schneider	und.	64	10	640
7.8	Separador de bornera	Schneider	und.	11	10	110
7.9	Borneras tierra	Schneider	und.	4	15	60
6710	Interruptor	SIEMENS	und.	2	100	200
TOTAL						84,230.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.4 Costo de gastos indirectos (PGI).

Son aquellos gastos que se realizan para la ejecución de la transformación llamados gastos de fabricación, que no han sido considerados en los costos directos. Se consideran los costos de infraestructura para la realización de las actividades del proyecto que no se dan a conocer al cliente pero que son necesarios e indispensables se muestran en el Cuadro 4.31 y los costos de servicios Cuadro 4.32.

Cuadro 4. 31: Costo de infraestructura.

N°	Infraestructura	Costo	Cant.	Acción	Costo (s/.)
1	Oficina	1800	1	Alquiler 1 mese	1800.00
2	Mobiliario	1200	Varios	compa	1200.00
3	Impresoras	700	1	compra	700.00
4	PC	1200	1	compra	1200.00
5	Laptops	2500	1	compra	2500.00
6	Consumibles	400	Varios	compra	400.00
TOTAL					7,800.00

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 4.32: Costo de servicios.

N°	Servicio	Costo	Tiempo (Meses)	Costo (s/.)
1	Teléfono	150	1	150
2	Energía eléctrica	80	1	80
3	Agua	50	1	50
TOTAL				280.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5.1.5 Costo total de gastos del proyecto.

El costo total del proyecto (PTGP) será igual a la suma de los presupuesto de gastos directo más el presupuesto de gasto indirectos, ascendiendo este monto a S/ 102,810.00 nuevos soles se muestran en el Cuadro 4.33.

Cuadro 4.33: Resumen del costo total.

COSTO TOTAL	
Costo de mano de obra	10500.00
Costo de materiales	84,230.00
Costos indirectos	8,080.00
TOTAL	102,810.00

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2 Discusión.

Se realizó el análisis de costos para estimar cuanto se estaría invirtiendo en realizar el control totalizado del despacho de ácido clorhídrico, los costos incluyen mano de obra, costos de materiales y costos por oficina y equipos. El análisis de costos como se puede apreciar en el Cuadro 4.33 asciende a S/. 102,810.00. La inversión del nuevo sistema de despacho garantiza el aumento del número de despacho por día, así mismo no se desperdiciará horas hombres por derrame del producto, errores en el llenado exacto del despacho.

CONCLUSIONES.

Partiendo de la descripción actual del sistema de despacho se realizó la propuesta de la instrumentación necesaria, los elementos se seleccionaron teniendo en cuenta la capacidad, funcionalidad y condiciones del proceso a controlar. El diseño las válvulas de control para las líneas de despacho y recirculación, se basó en calcular el Cv de cada una según la norma ISA, que por condiciones del fluido se seleccionaron del tipo mariposa. El control automático de estas válvulas es por medio de un PLC y los actuadores necesarios como el posicionador eléctrico neumático, transmisores de flujo como elemento de medición un caudalímetro electromagnético.

La programación del PLC Siemens CPU 1214C se realizó en bloques FB y FC en el Software STEP 7 Basic, que permitió una mejor organización y facilidad para realizar los cambios que se presentaron durante su simulación. La utilización de bloques definidos facilitó de forma interactiva y más rápida la configuración del modo de control que se aplicó a cada actuador. También la programación por bloques en lenguaje estructurado para el escalamiento de las entradas y salidas analógicas permitió simplificar y ordenar el código fuente.

La configuración del HMI KTP1000 seleccionada permitió observar a través de simulaciones el monitoreo del proceso y definir la cantidad de ácido a despachar a través de un control manual o automático. Las pantallas diseñadas permitieron interactuar durante las pruebas de simulación, además la inclusión de una pantalla para configurar y restringir el acceso solamente a personal autorizado permite dar mayor seguridad al proceso y operarios.

Las pruebas y simulaciones permitió comprobar el programa desarrollado en el PLC y la configuración del HMI, ambos cumplen con la secuencia de despacho tanto en modo manual como en modo automático. La simulación en modo manual permitió verificar el correcto funcionamiento de las válvulas en forma independiente y la simulación en modo automático permitió verificar la secuencia de funcionamiento automático del sistema y las diferentes situaciones que se puedan presentar durante el proceso real (se registraron las alarmas y los despachos realizados simulados).

Referente al análisis de costos como se puede apreciar en el cuadro que el costo total sistema de control para el totalizado de ácido clorhídrico asciende a S/. 102,810.00 el 10.2% equivale a materiales, el 81.9 % a mano de obra directa y 7.8 % a costos de servicio e infraestructura.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda utilizar la instrumentación seleccionada y realizar la configuración de equipos por personal calificado siguiendo diagrama de cableado eléctrico proporcionado en el anexo N°1.

Se sugiere agregar un indicador que permita cambiar la densidad desde el panel HMI debido que el flujo totalizado de despacho depende de la concentración del ácido clorhídrico.

Se recomienda capacitar lenguaje de programación STEP 7 al personal de mantenimiento de planta, con el fin de ante una falla este personal detectará inmediatamente la posible causa en el programa y también para implementar cambios. Así mismo es necesario que este personal pueda conectarse en línea con el PLC para que en un futuro pueda realizar modificaciones según requerimiento de planta.

Se propone capacitar al personal que estará a cargo de la operación del sistema de control del despacho del ácido clorhídrico y brindar los alcances necesarios para que pueda operar el sistema desde el HMI y atender las alarmas que se puedan presentar.

Se recomienda realizar pruebas físicas con la instrumentación adecuada siguiendo los procedimientos realizados en las simulaciones por lo menos dos veces al año, de esta forma se previenen fallas y se tiene seguridad en el correcto funcionamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Actreg, (2017). *Pneumatic actuators rack and pinion*. Recuperado de: http://www.actreg.com/downloads/files/2.%20Catalogs/RACK%20%26%20PINION_Imperial_Feb2017_low.pdf
2. Barcarolo, L. (2014). *X Mesa Redonda de Plantas de Ácido Sulfúrico 2014*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de: <http://mesaredondachile.com/pdf/2014/presentations/Book-2014.pdf>
3. Blanca A. Cotilla I (2008). *Automatización*. Recuperado de: <http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/automatizacion-en-procesos-como-mejores-practicas.htm>
4. Bolton, W. (2006). *Programmable logic controller*. Oxford, Reino Unido: Elsevier Newnes
5. Bolton, W. (2001). *Mecatrónica sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica*. México: Alfaomega.
6. Camozzi (S.F.). Valves and solenoid valves series 3. Recuperado de: https://automation-dfw.com/pdf_pneu/cam15-ser3sol-airvalves.pdf
7. Caroli, E. (2012). *Válvulas: Instrumentación y control*. Recuperado de: <http://valvula.es/Tipos-de-valvulas/index.php>
8. Chamochumbi, C., Torres, H., Rodas, H. & Díaz, O. (2015). *Propuesta de mejora del proceso de carga de combustibles líquidos en camiones cisterna en un terminal de almacenamiento de combustible*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
9. Creus, A. (2010). *Instrumentación Industrial*. México: Marcombo.
10. Curilef, F. (2014), *Transductores y Sensores*. Recuperado de: <http://es.scribd.com/doc/14054883/Transductores-Sensores>
11. Electro Industria (2007). *Sistemas de Interfaz Hombre- Máquina, HMI*. Recuperado de: <http://www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=837>
12. Fotografía de Kelly Pérez. (QUIMPAC S.A., 2017). Lima, Perú.
13. García, A. (2009). *Diseño de un sistema de monitoreo y control para carga de buques y cisterna en la planta metanol de oriente Metor, S.A*. Universidad de Oriente, Barcelona.

14. García, L. (S.F.) *Teoría de la medición de caudales y volúmenes de agua e instrumental necesario disponible en el mercado*. Madrid, España. Recuperado de: http://www.igme.es/igme/publica/libros2_TH/art2/pdf/teoria.pdf
15. Grm (S.F.). *Final de carrera inductivo prisma cfci*. Recuperado de: <https://grm.com.es/es/tienda/automatizacion/final-carrera-inductivo-prisma-cfci/>
16. Instrumart. (S.F). *Krohne OPTIFLUX 4000 Electromagnetic Flow Sensor*. Recuperado de: <https://bz.krohne.com/es/products/flow-measurement/caudalímetros-electromagnéticos/sensors/optiflux-4000/>
17. Isomag. (S.F.). *Isoil Ms- 2500*. Recuperado de: <http://isoilhk.com/wp-content/uploads/2014/12/MS2500.pdf>
18. Krohne. (S.F). *Caudalímetro electromagnéticos - Conversor de señal IFC 100*. Recuperado de: <https://krohne.com/en/products/flow-measurement/electromagnetic-flowmeters/signal-converters/ifc-100/>
19. Martiniano de Azavedo, J., Fernandez, M., Araujo, R. & Eiji, A. (1998). *Manual de Hidráulica*. São Paulo, Brasil: Edgard Blucher Ltda.
20. *Medidores volumétricos*. (S. F). Universidad de los Andes. Recuperado de: http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/djean/index_archivos/INST_Flujo/medidoresflujovolumetrico/flujovolumetricobase.html
21. Meyers (2007). *The 100 Most Important Chemical Compounds: A Reference Guide*. London: Greenwood Press.
22. Moreno, I. (2002). *Válvulas Hidráulicas*. Recuperado de: http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/valvulashidraulicas/default.asp ISA S75.01 *Ecuaciones de flujo para dimensionar válvulas de control*.
23. *Norma ANSI /ISA -75.01.01-2012* (2012). Estados Unidos.
24. Olazábal, S. & Tejada, D. (2014). *Diseño de un sistema automático de instrumentación para la planta de almacenamiento y despacho de petróleo de la empresa Olympic Perú –Piura*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo.
25. Power Genex (2018). *Posicionador electroneumático*. Recuperado de: <http://www.nuevaferia.com.ar/p.asp?i=13691&n=Posicionador-electroneumatico---Power-Genex>
26. Sentronic. (2016). *Guía para la selección rápida de productos*. Recuperado de: <https://www.sentronic.com.co/pdf/SentronicP+F.pdf>

27. Siemens ST 70 (2017). *Productos para Totally Integrated Automation*. Recuperado de: <https://www.automation.siemens.com/salesmaterial-as/catalog/es/simatic-st70-complete-spanish-2017.pdf>
28. Siemens (2013). *Posicionadores electroneumáticos SIPART PS2 con y sin HART*. Recuperado de: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/366/76356366/att_21461/v1/A5E00074633-10es_PS2HART_OI_es-ES.pdf
29. Siemens (2009). *Simatic HMI Panel de operador KTP400 Basic, KTP600 Basic, KTP100 Basic, TP1500 Basic*. Recuperado de: http://www.automatiza.es/web_co2/siemens_ktp.pdf
30. Siemens (S.F.). *Simatic S7-1200*. Recuperado de: https://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/sce_educacion/Documentacion-Didactica/Documents/SIMATIC%20S71200R.pdf
31. Soporte Industrial en línea siemens (2018). *¿Cómo se puede ajustar en el STEP 7 (TIA Portal) un valor de consigna con función de rampa para los equipos S7-1200/S7-1500?* Recuperado de: [https://support.industry.siemens.com/cs/document/45045947/%C2%BFc%C3%B3mo-se-puede-ajustar-en-el-step-7-\(tia-portal\)-un-valor-de-consigna-con-funci%C3%B3n-de-rampa-para-los-equipos-s7-1200-s7-1500-?dti=0&lc=es-EC](https://support.industry.siemens.com/cs/document/45045947/%C2%BFc%C3%B3mo-se-puede-ajustar-en-el-step-7-(tia-portal)-un-valor-de-consigna-con-funci%C3%B3n-de-rampa-para-los-equipos-s7-1200-s7-1500-?dti=0&lc=es-EC)
32. Soporte Industrial en línea siemens (2016). *¿Cómo se programa la integración numérica en el S7-1200/S7-1500 con STEP 7 (TIA Portal)?* Recuperado de: [https://support.industry.siemens.com/cs/document/42469594/how-do-you-program-numerical-integration-for-the-s7-1200-s7-1500-in-step-7-\(tia-portal\)-?dti=0&lc=en-WW](https://support.industry.siemens.com/cs/document/42469594/how-do-you-program-numerical-integration-for-the-s7-1200-s7-1500-in-step-7-(tia-portal)-?dti=0&lc=en-WW)
33. Yugsi, R. (2009). *Lenguajes de programación de PLC's*. Obtenido de: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/9276/6/LENGUAJES%20DE%20PROGRAMACION%20DE%20PLC.doc>

ANEXOS

ANEXO N° 1: PLANO ELÉCTRICO



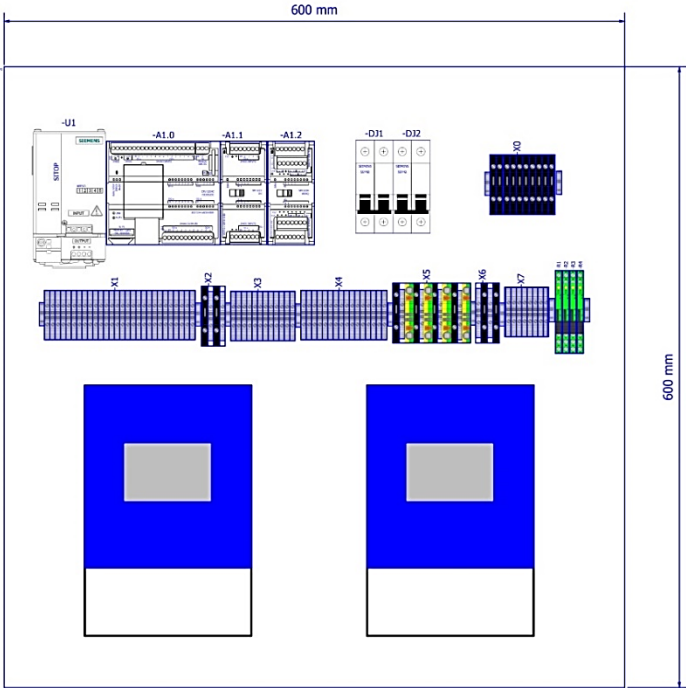
Descripción de proyecto	DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS		
Número de diseño	Standard IEC - 61346		
Comisión	Kelly Pérez López		
Circuito	Planos eléctricos del proyecto		
Nombre de proyecto	Tesis		
Producto	Table de control automatización del despacho del ácido clorhídrico		
Tipo	Documentación Técnica		
Responsable del proyecto	Kelly Pérez López		
Particularidad de pieza	Ninguna		
Creado	18/07/2018		
Modificado	22/07/2018	de (abreviatura) KELLY PÉREZ	Número de páginas 20

F06_001

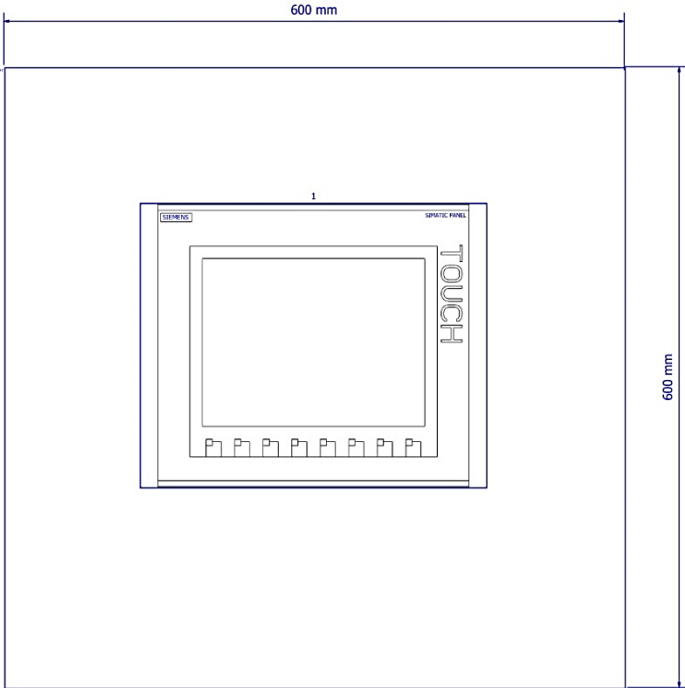
[illegible]

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

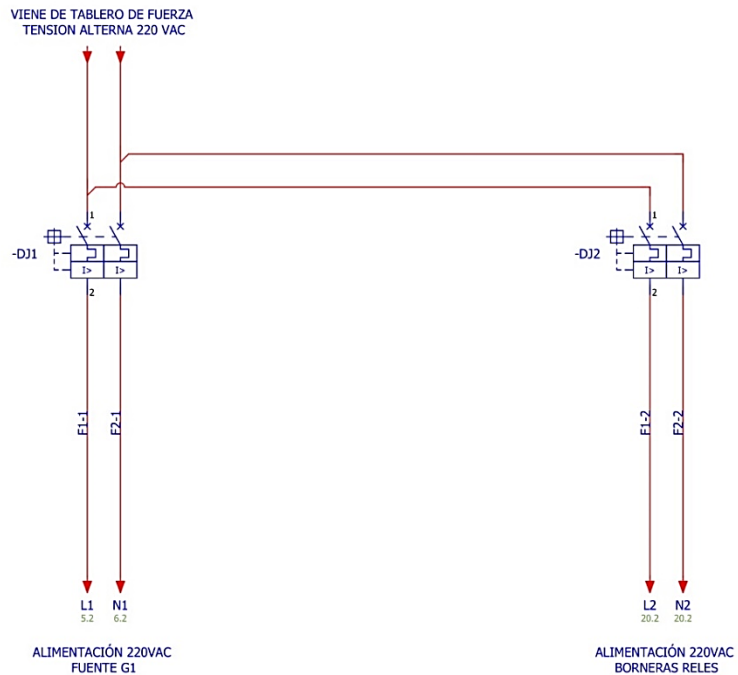
VISTA INTERIOR

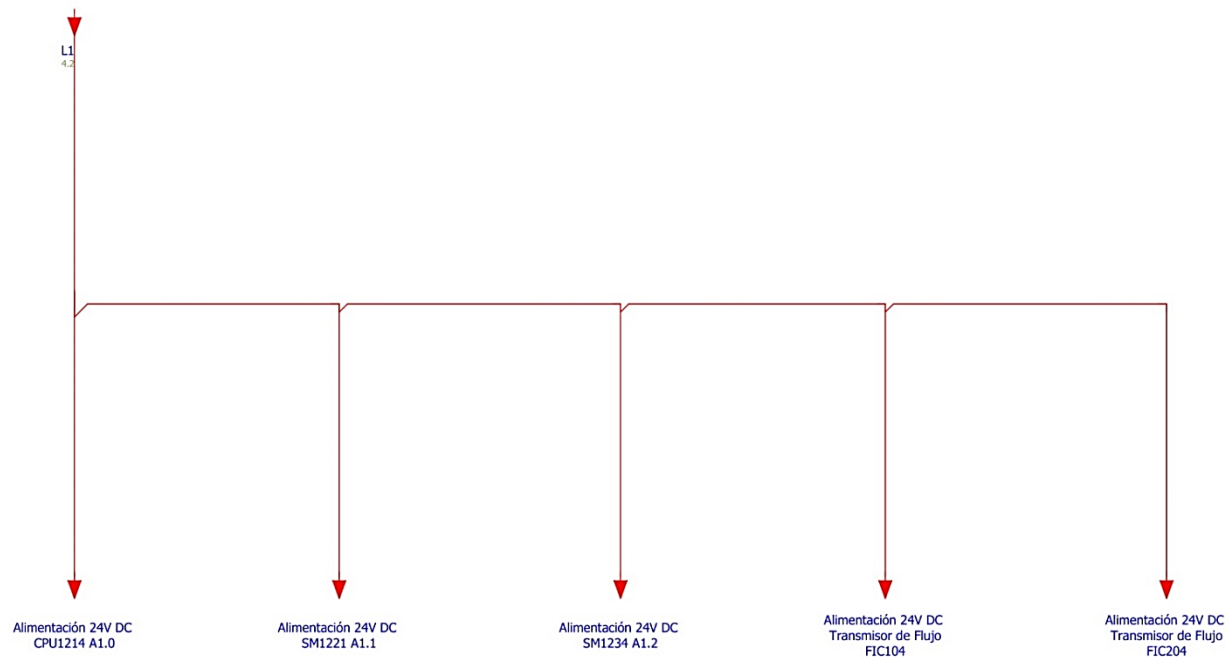


VISTA EXTERIOR



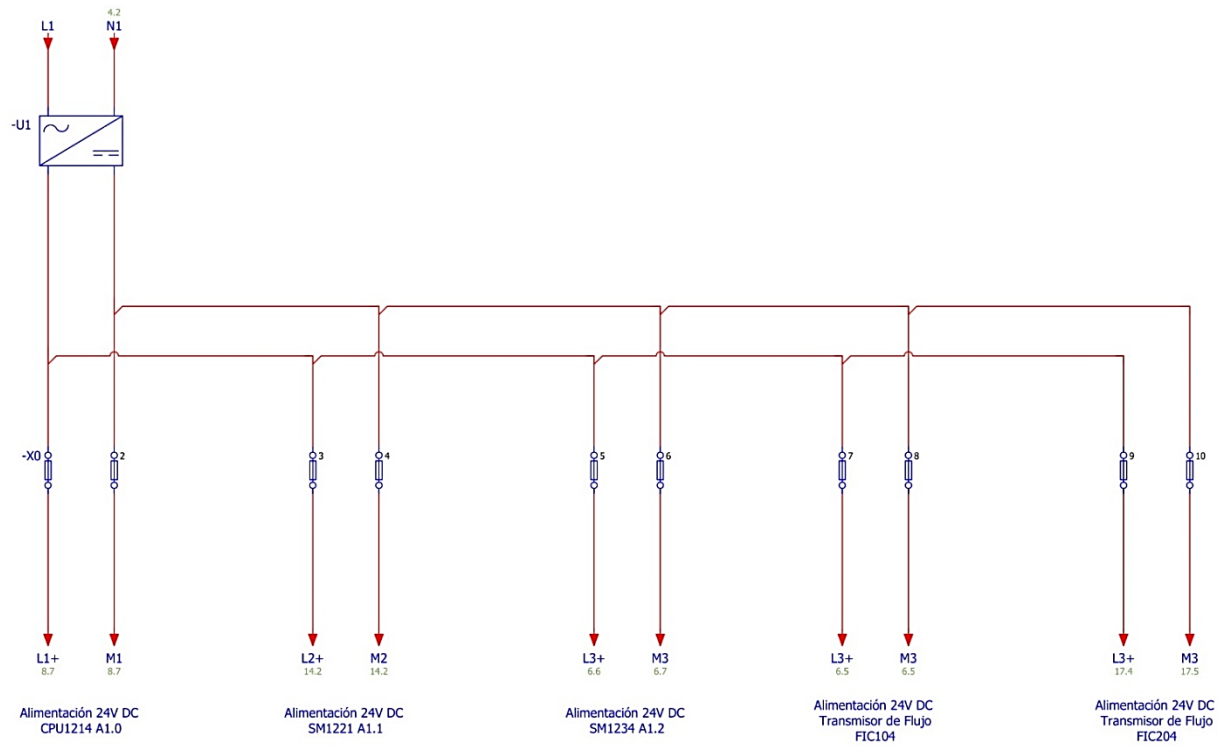
Página siguiente
4





Página siguiente
6

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9



Página siguiente
7

Página anterior
5

Kelly Pérez López Tesis Standard IEC - 61346	DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS		Alimentación 24 VDC G1			=	6
						+	
			Fecha del cambio Modificado	22/07/2018 KELLY PÉREZ	Probado Formulario	Hoja Página	

-A1.0

/8.2

/9.1

/10.3

/11.3

/12.1

/13.3

Rack X

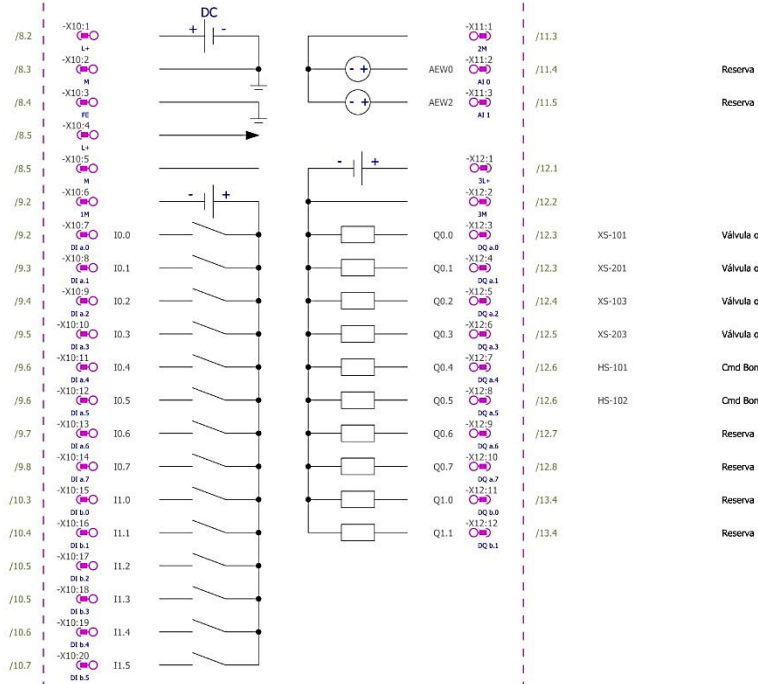
Slot Y

6ES7214-1AE30-0XB0

S7-1200

CPU 1214C DC/DC/DC

SIEMENS



6ES7214-1AE30-0XB0

Válvula de control on/off recirculación posición abierta - Línea 1
Válvula de control on/off recirculación posición cerrada - Línea 1
Válvula de control on/off recirculación posición abierta - Línea 2
Válvula de control on/off recirculación posición cerrada - Línea 2
Válvula de control posicionador despacho posición abierta - Línea 1
Válvula de control posicionador despacho posición cerrada - Línea 1
Válvula de control posicionador despacho posición abierta - Línea 2
Válvula de control posicionador despacho posición cerrada - Línea 2
Válvula de control on/off gases posición abierta - Línea 1
Válvula de control on/off gases posición abierta - Línea 2
Contador de pulsos Flujo/metro despacho - Línea 1
Contador de pulsos Flujo/metro despacho - Línea 2
Interruptor manual parada de emergencia
Selector manual/automático - Línea 1

ZSO-101
ZSC-101
ZSO-201
ZSC-201
ZSO-102
ZSC-102
ZSO-202
ZSC-202
ZSO-103
ZSO-203
FIC-104
FIC-204
HS-100
YS-100

/9.2
/9.3
/9.4
/9.5
/9.6
/9.6
/9.7
/9.8
/10.3
/10.4
/10.5
/10.5
/10.6
/10.7

DI 0.0
DI 0.1
DI 0.2
DI 0.3
DI 0.4
DI 0.5
DI 0.6
DI 0.7
DI 0.8
DI 0.9
DI 1.0
DI 1.1
DI 1.2
DI 1.3
DI 1.4
DI 1.5

10.0
10.1
10.2
10.3
10.4
10.5
10.6
10.7
11.0
11.1
11.2
11.3
11.4
11.5

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

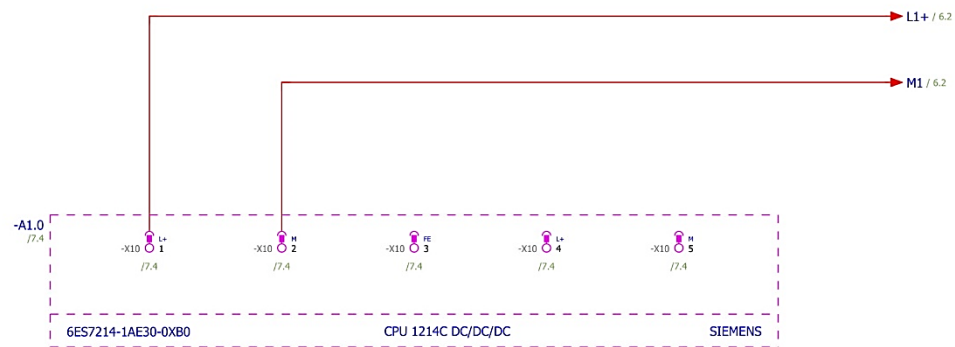
Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

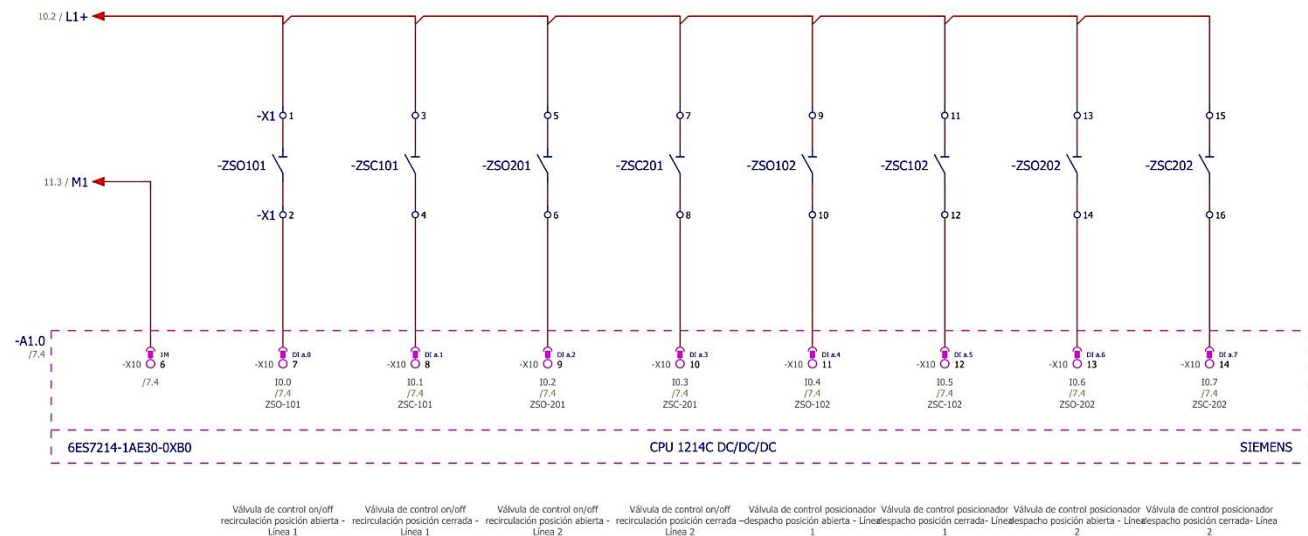
Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

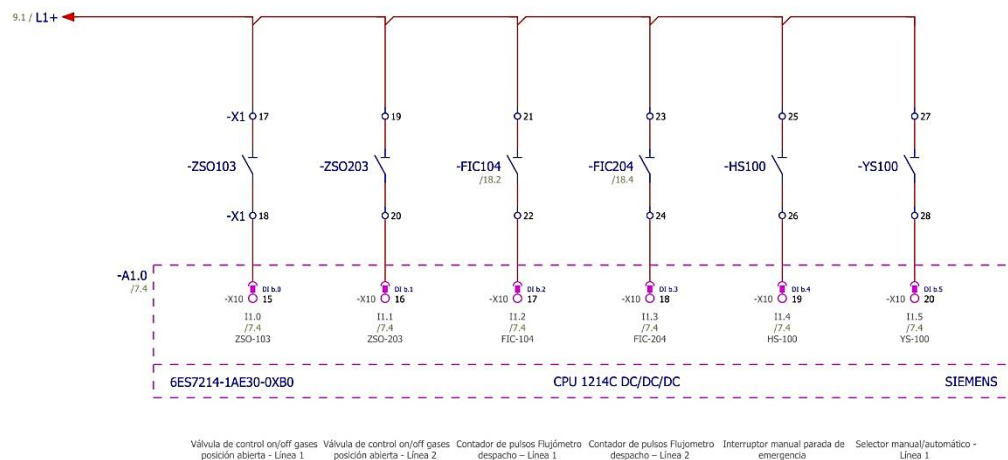
Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

Q0.0
Q0.1
Q0.2
Q0.3
Q0.4
Q0.5
Q0.6
Q0.7
Q1.0
Q1.1

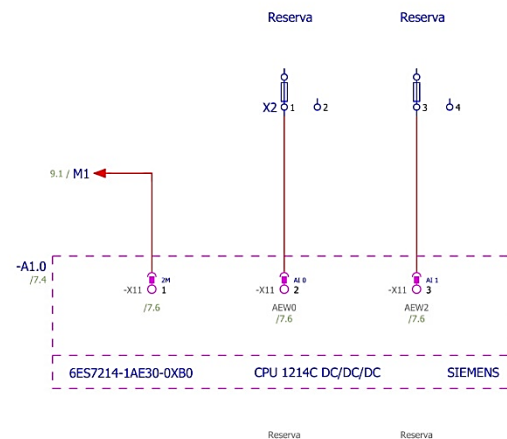
Página siguiente
8





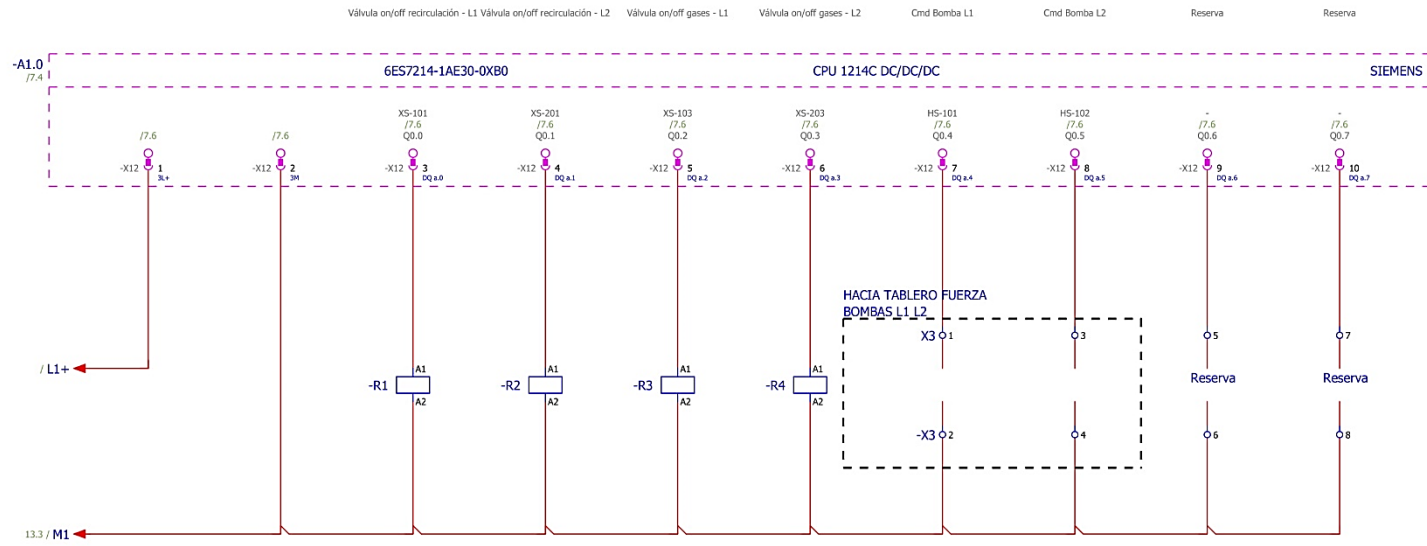


Página siguiente:
11



Página siguiente:
12

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

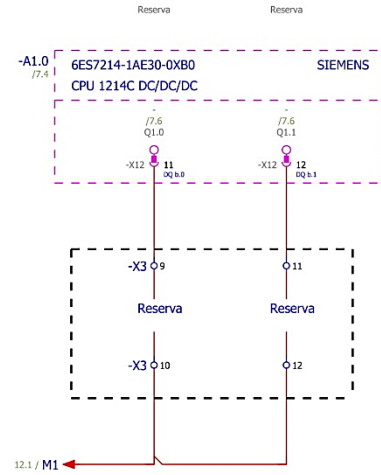


14 11 /20.3 12 11 /20.4 14 11 /20.5 14 11 /20.7 12 12

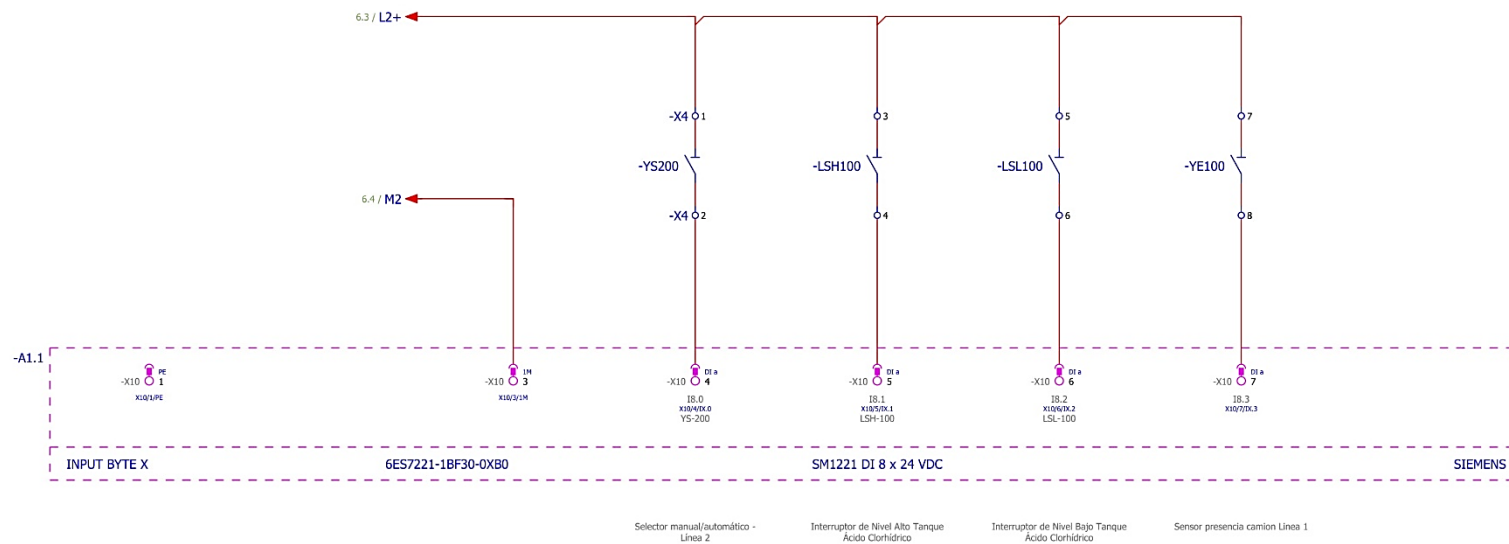
Página siguiente:
13

Página anterior
11

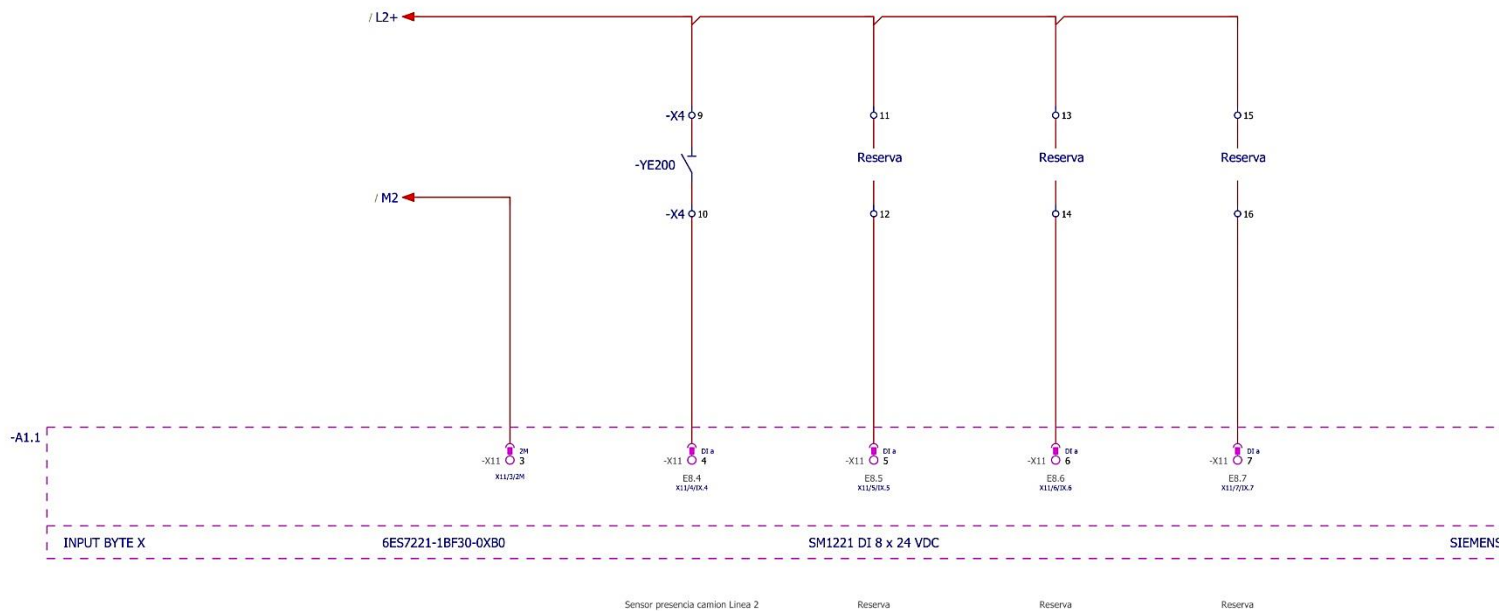
Kelly Pérez López Tesis Standard IEC - 61346	DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS		Módulo CPU 1214C A1.0		=
					+
			Fecha del cambio Modificado	22/07/2018 KELLY PÉREZ	Próbado Formulario



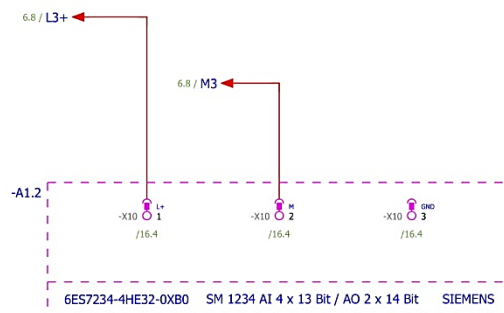
Página siguiente:
14



Página siguiente:
15

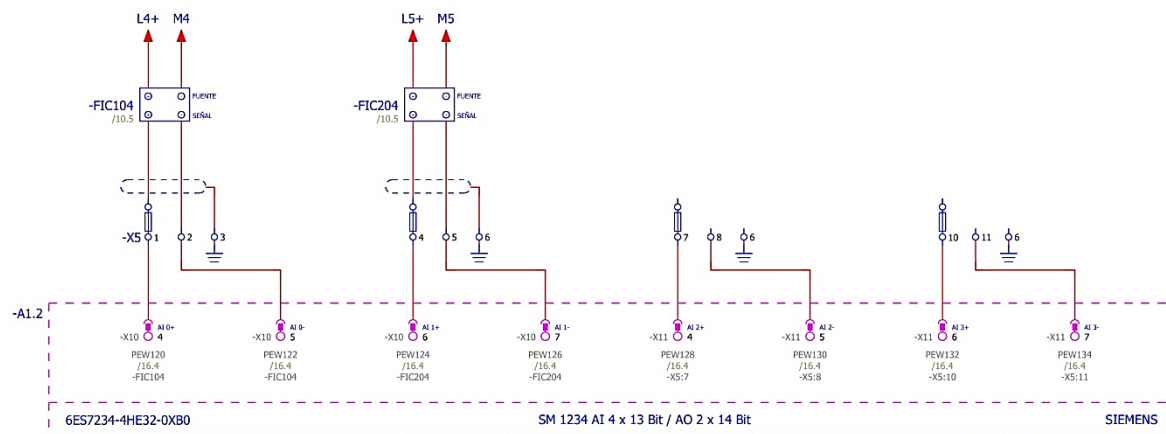


Página siguiente:
16

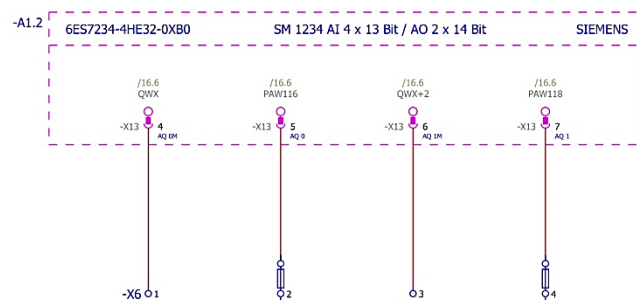


Página siguiente:
18

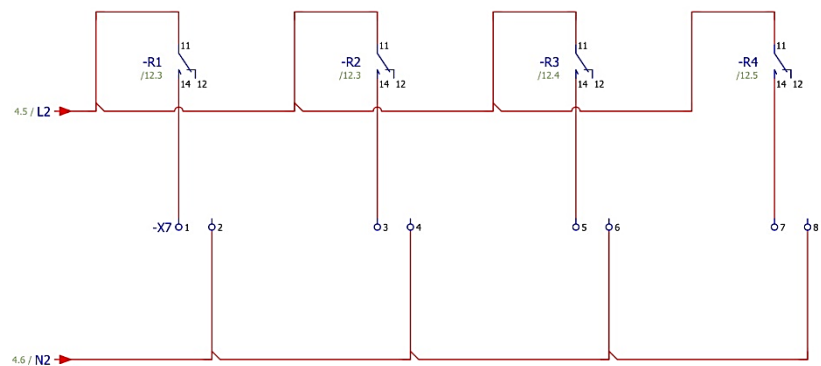
Kelly Pérez López Tesis Standard IEC - 61346	DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA MEJORAR EL CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS		Módulo SM 1234 AI.2		=	Hoja Página	17 17/20
					+		
			Fecha del cambio Modificado	22/07/2018 KELLY PÉREZ	Probado Formulario		



Página siguiente:
19



Página siguiente:
20



Página siguiente:

ANEXO N°2: PROGRAMA DEL PLC

Totally Integrated Automation Portal

Main [OB1]

Main Properties

General

Name	Main	Number	1	Type	OB	Language	LAD
Numbering	automatic						

Information

Title	"Main Program Sweep (Cycle)"	Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Name	Data type	Default value	Comment
▼ Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

Network 1:

T_CONV
DTL TO Date

EN

Time_Sync_Data".Time_Icoai_READ

IN

ENO

%MW26

OUT

"Fecha_reloj"

T_CONV
DTL TO Time_Of_Day

EN

Time_Sync_Data".Time_Icoai_READ

IN

ENO

%MD28

OUT

"Hora_reloj"

Symbol	Address	Type	Comment
"Fecha_reloj"	%MW26	Date	
"Hora_reloj"	%MD28	Time_Of_Day	
"Time_Sync_Data".Time_Icoai_READ		DTL	

Network 2:

%M32.4

"Always_True"

%OB30

"TP_Inicio"

TP

Time

IN

1#2s

PT

Q

%M32.3

"ReinPLC"

ET

...

"Data_ConfValves".NCloseOpenGasL1

"Data_ConfValves".NCloseOpenGasL2

MOVE

EN

1.0

IN

ENO

"Data_ConfValves".MinValOpenLowL1

OUT1

1

MOVE

EN

1.0

IN

ENO

"Data_ConfValves".MinValCloseLowL1

OUT1

1

Symbol	Address	Type	Comment
"Always_True"	%M32.4	Bool	
"Data_ConfValves".MinValCloseLowL1		LReal	
"Data_ConfValves".MinValOpenLowL1		LReal	
"Data_ConfValves".NCloseOpenGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".NCloseOpenGasL2		Bool	
"ReinPLC"	%M32.3	Bool	

Network 3: Valores iniciales



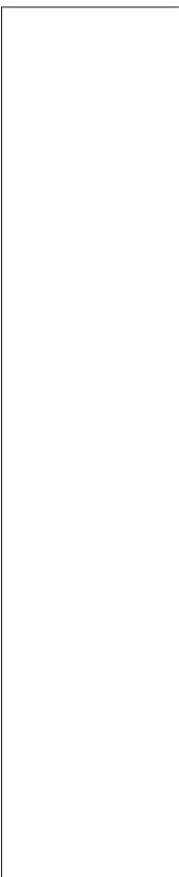
Symbol	Address	Type	Comment
"Data_ConfValves".SP_DespachoL1		LReal	
"Data_ConfValves".SP_DespachoL2		LReal	
"ReinPLC"	%M32.3	Bool	

Network 4: FC entradas y salidas



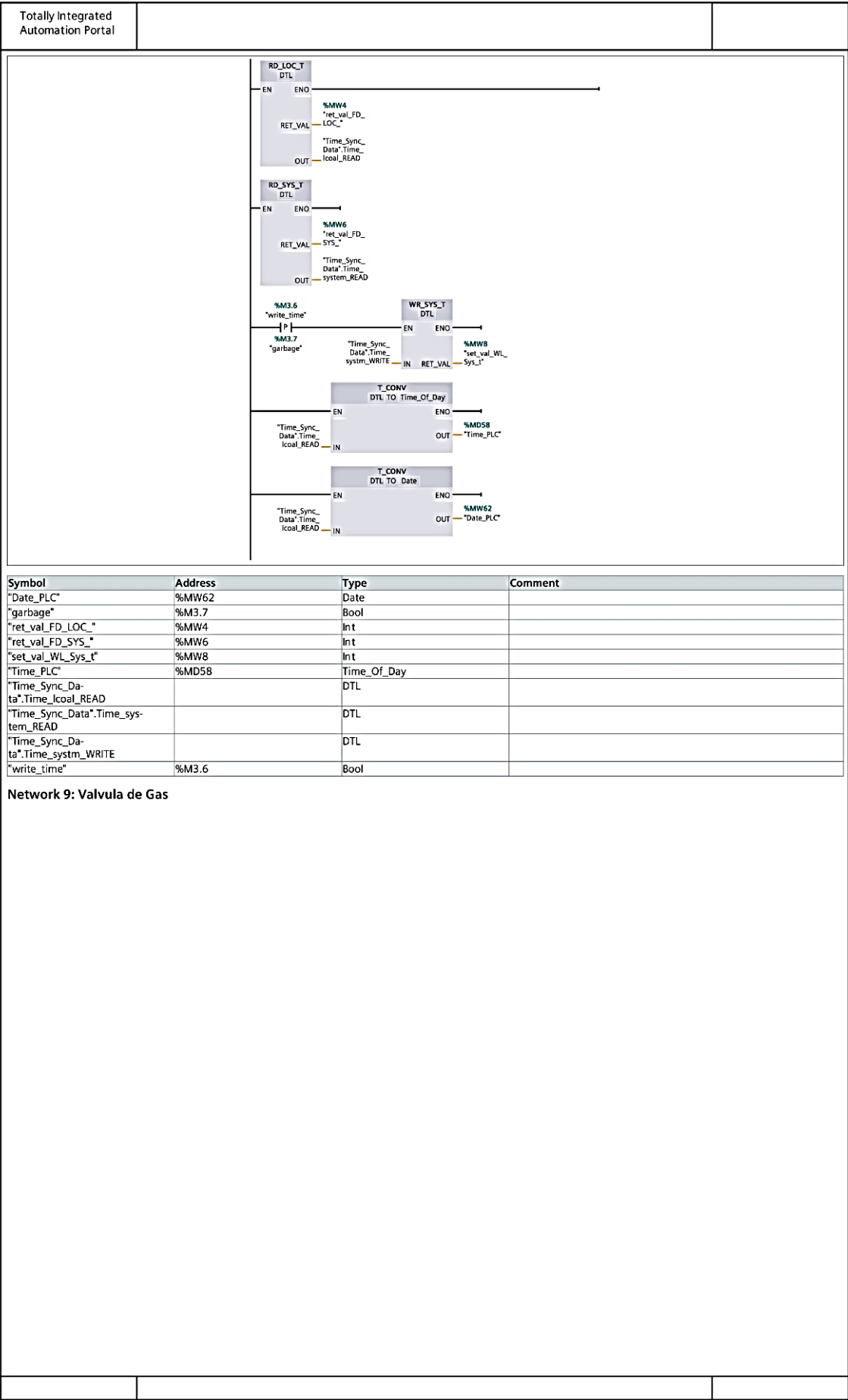
Symbol	Address	Type	Comment
--------	---------	------	---------

Network 5: secuencia



Symbol	Address	Type	Comment
"AlarErrFlujoL1"	%M56.6	Bool	Error ausencia de flujo en Despacho L1
"AlarErrFlujoL2"	%M56.7	Bool	Error ausencia de flujo en Despacho L1
"ContrDBRap_L1".Out		Real	
"ContrDBRap_L2".Out		Real	
"Data_ConfValves".AckSecuenciaL1		Bool	
"Data_ConfValves".AckSecuenciaL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutClose-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutClose-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutCloseGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutCloseGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutCloseRecL1		Bool	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
"Data_ConfValves".AutCloseRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpen-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpen-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".CloseHigh-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".CloseHigh-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".CloseLow-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".CloseLow-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".ConfirmNoSPL1		Bool	
"Data_ConfValves".ConfirmNoSPL2		Bool	
"Data_ConfValves".ConfirmSiSPL1		Bool	
"Data_ConfValves".ConfirmSiSPL2		Bool	
"Data_ConfValves".DespHigh-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".DespHigh-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".DespLow-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".DespLow-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".ErrorGnrL1		Bool	
"Data_ConfValves".ErrorGnrL2		Bool	
"Data_ConfValves".FinSecL1		Bool	
"Data_ConfValves".FinSecL2		Bool	
"Data_ConfValves".InicioSecL1		Bool	
"Data_ConfValves".InicioSecL2		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Aut-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".MinValClose-LowL1		LReal	
"Data_ConfValves".MinValClose-LowL2		LReal	
"Data_ConfValves".MinValOpen-LowL1		LReal	
"Data_ConfValves".MinValOpen-LowL2		LReal	
"Data_ConfValves".SP_DespatchoL1		LReal	
"Data_ConfValves".SP_DespatchoL2		LReal	
"TempFQITL1"	%MD46	Real	
"TempFQITL2"	%MD64	Real	
"ZSC101ValRecc"	%M0.1	Bool	
"ZSC102ValDesp"	%M0.5	Bool	
"ZSC103ValGas"	%M1.1	Bool	
"ZSC201ValRecc"	%M0.3	Bool	
"ZSC202ValDesp"	%M0.7	Bool	
"ZSC203ValGas"	%M1.3	Bool	
"ZSO101ValRecc"	%M0.0	Bool	
"ZSO102ValDesp"	%M0.4	Bool	
"ZSO103ValGas"	%M1.0	Bool	
"ZSO201ValRecc"	%M0.2	Bool	
"ZSO202ValDesp"	%M0.6	Bool	
"ZSO203ValGas"	%M1.2	Bool	
Network 6: reloj			



T_CONV

DTL TO Date

EN

ENO

IN

OUT

"Time_Sync_

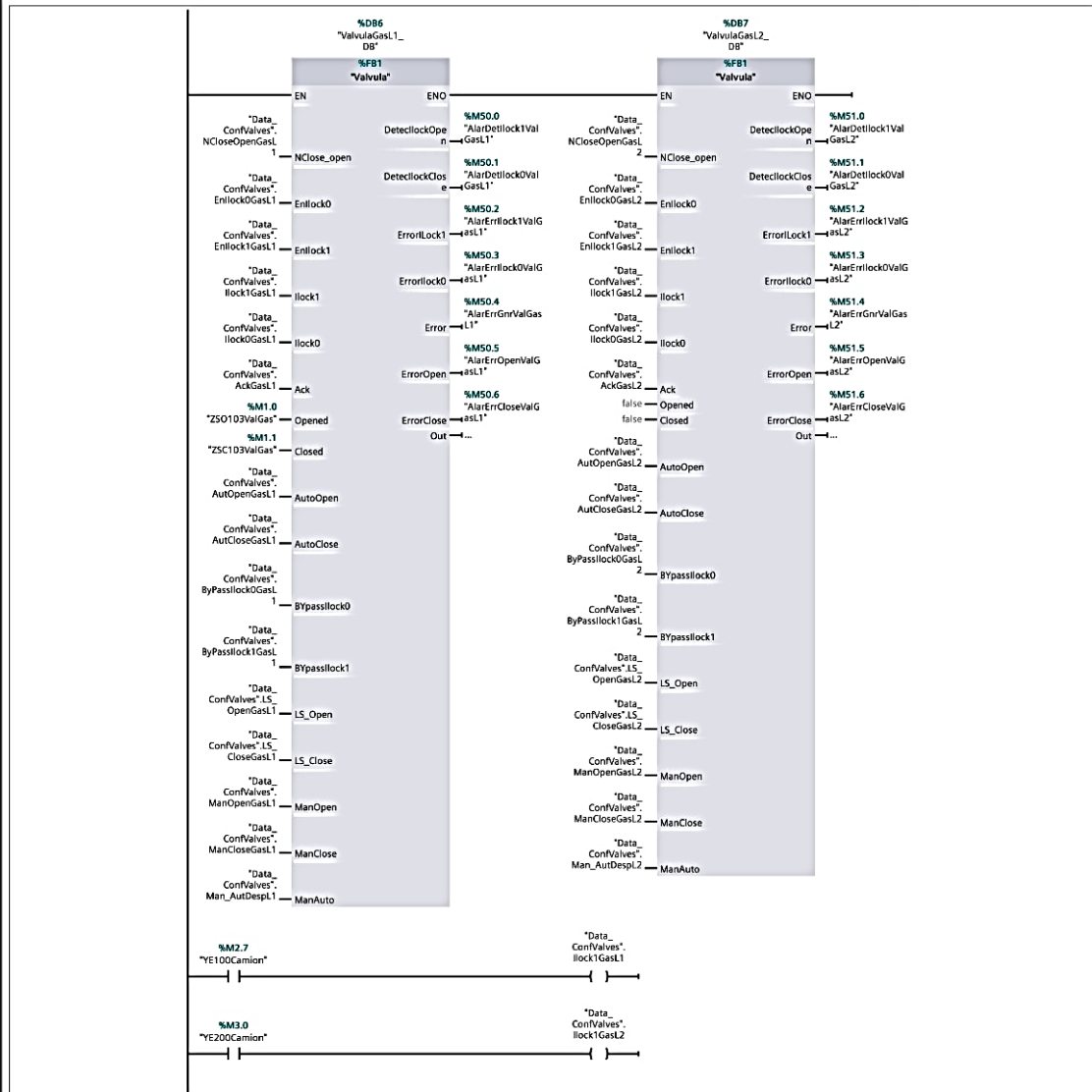
Data".Time_

local_READ

%MW62

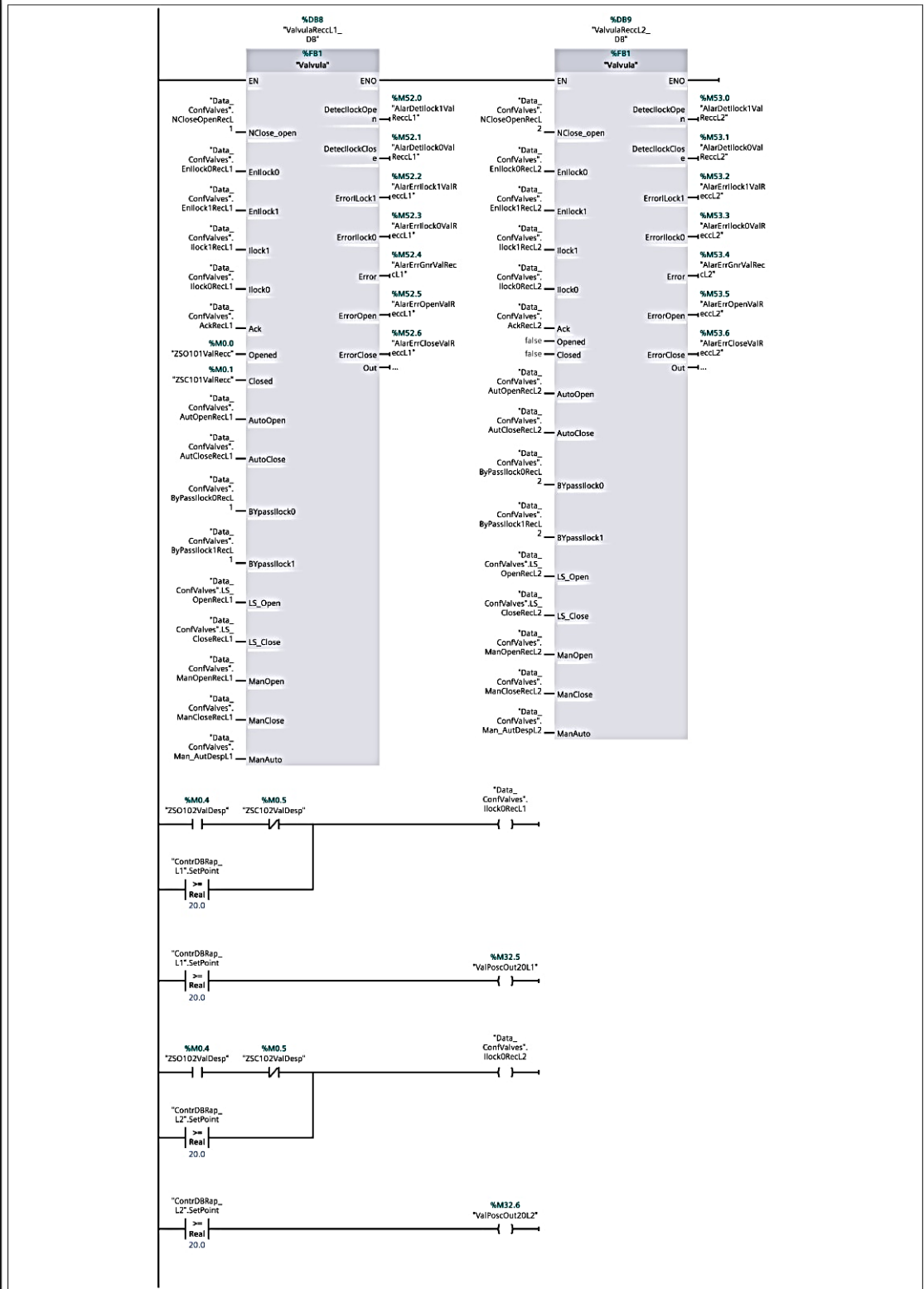
"Date_PLC"

Network 9: Valvula de Gas



Symbol	Address	Type	Comment
"AlarDetlock0ValGasL1"	%M50.1	Bool	
"AlarDetlock0ValGasL2"	%M51.1	Bool	
"AlarDetlock1ValGasL1"	%M50.0	Bool	
"AlarDetlock1ValGasL2"	%M51.0	Bool	
"AlarErrCloseValGasL1"	%M50.6	Bool	
"AlarErrCloseValGasL2"	%M51.6	Bool	
"AlarErrGnrValGasL1"	%M50.4	Bool	
"AlarErrGnrValGasL2"	%M51.4	Bool	
"AlarErrlock0ValGasL1"	%M50.3	Bool	
"AlarErrlock0ValGasL2"	%M51.3	Bool	
"AlarErrlock1ValGasL1"	%M50.2	Bool	
"AlarErrlock1ValGasL2"	%M51.2	Bool	
"AlarErrOpenValGasL1"	%M50.5	Bool	
"AlarErrOpenValGasL2"	%M51.5	Bool	
"Data_ConfValves".AckGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".AckGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutCloseGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutCloseGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".ByPasslock0GasL1		Bool	
"Data_ConfValves".ByPasslock0GasL2		Bool	
"Data_ConfValves".ByPasslock1GasL1		Bool	
"Data_ConfValves".ByPasslock1GasL2		Bool	
"Data_ConfValves".Enilock0GasL1		Bool	
"Data_ConfValves".Enilock0GasL2		Bool	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
"Data_ConfValves".Enilock1GasL1		Bool	
"Data_ConfValves".Enilock1GasL2		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock0GasL1		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock0GasL2		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock1GasL1		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock1GasL2		Bool	
"Data_ConfValves".LS_CloseGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".LS_CloseGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".LS_OpenGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".LS_OpenGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Aut-Despl1		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Aut-Despl2		Bool	
"Data_ConfValves".ManCloseGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".ManCloseGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".ManOpenGasL1		Bool	
"Data_ConfValves".ManOpenGasL2		Bool	
"Data_ConfValves".NCloseOpen-GasL1		Bool	
"Data_ConfValves".NCloseOpen-GasL2		Bool	
"YE100Camion"	%M2.7	Bool	
"YE200Camion"	%M3.0	Bool	
"ZSC103ValGas"	%M1.1	Bool	
"ZSO103ValGas"	%M1.0	Bool	
Network 10: Valvula de Reccirculacion			



Symbol	Address	Type	Comment
"AlarDetlock0ValRecL1"	%M52.1	Bool	
"AlarDetlock0ValRecL2"	%M53.1	Bool	
"AlarDetlock1ValRecL1"	%M52.0	Bool	
"AlarDetlock1ValRecL2"	%M53.0	Bool	
"AlarErrCloseValRecL1"	%M52.6	Bool	
"AlarErrCloseValRecL2"	%M53.6	Bool	
"AlarErrGnrValRecL1"	%M52.4	Bool	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
"AlarErrGnrValReccL2"	%M53.4	Bool	
"AlarErrIlock0ValReccL1"	%M52.3	Bool	
"AlarErrIlock0ValReccL2"	%M53.3	Bool	
"AlarErrIlock1ValReccL1"	%M52.2	Bool	
"AlarErrIlock1ValReccL2"	%M53.2	Bool	
"AlarErrOpenValReccL1"	%M52.5	Bool	
"AlarErrOpenValReccL2"	%M53.5	Bool	
"ContrDBRap_L1".SetPoint		Real	
"ContrDBRap_L2".SetPoint		Real	
"Data_ConfValves".AckRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".AckRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutCloseRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutCloseRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpenRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".ByPassI-lock0RecL1		Bool	
"Data_ConfValves".ByPassI-lock0RecL2		Bool	
"Data_ConfValves".ByPassI-lock1RecL1		Bool	
"Data_ConfValves".ByPassI-lock1RecL2		Bool	
"Data_ConfValves".EnIlock0RecL1		Bool	
"Data_ConfValves".EnIlock0RecL2		Bool	
"Data_ConfValves".EnIlock1RecL1		Bool	
"Data_ConfValves".EnIlock1RecL2		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock0RecL1		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock0RecL2		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock1RecL1		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock1RecL2		Bool	
"Data_ConfValves".LS_CloseRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".LS_CloseRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".LS_OpenRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".LS_OpenRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Aut-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Aut-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".ManCloseRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".ManCloseRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".ManOpenRecL1		Bool	
"Data_ConfValves".ManOpenRecL2		Bool	
"Data_ConfValves".NCloseOpen-RecL1		Bool	
"Data_ConfValves".NCloseOpen-RecL2		Bool	
"ValPoscOut20L1"	%M32.5	Bool	
"ValPoscOut20L2"	%M32.6	Bool	
"ZSC101ValRecc"	%M0.1	Bool	
"ZSC102ValDesp"	%M0.5	Bool	
"ZSO101ValRecc"	%M0.0	Bool	
"ZSO102ValDesp"	%M0.4	Bool	
Network 11: Valvula Posicionador			



Symbol	Address	Type	Comment
"AlarDetlock0ValDespl1"	%M54.1	Bool	
"AlarDetlock0ValDespl2"	%M55.2	Bool	
"AlarDetlock1ValDespl1"	%M54.0	Bool	
"AlarDetlock1ValDespl2"	%M55.1	Bool	
"AlarErrCloseVal20Despl1"	%M55.0	Bool	
"AlarErrCloseVal20Despl2"	%M56.1	Bool	
"AlarErrCloseValDespl1"	%M54.6	Bool	
"AlarErrCloseValDespl2"	%M55.7	Bool	
"AlarErrGnrValDespl1"	%M54.4	Bool	
"AlarErrGnrValDespl2"	%M55.5	Bool	
"AlarErrlock0ValDespl1"	%M54.3	Bool	
"AlarErrlock0ValDespl2"	%M55.4	Bool	
"AlarErrlock1ValDespl1"	%M54.2	Bool	
"AlarErrlock1ValDespl2"	%M55.3	Bool	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
"AlarErrOpenManDespL1"	%M56.2	Bool	Error apertura manual L1
"AlarErrOpenManDespL2"	%M56.4	Bool	Error apertura manual L2
"AlarErrOpenVal20DespL1"	%M54.7	Bool	
"AlarErrOpenVal20DespL2"	%M56.0	Bool	
"AlarErrOpenValDespL1"	%M54.5	Bool	
"AlarErrOpenValDespL2"	%M55.6	Bool	
"ContrDBRap_L1".InitFB		Bool	
"ContrDBRap_L1".Out		Real	
"ContrDBRap_L1".Rate		Real	
"ContrDBRap_L1".SetPoint		Real	
"ContrDBRap_L2".InitFB		Bool	
"ContrDBRap_L2".Out		Real	
"ContrDBRap_L2".Rate		Real	
"ContrDBRap_L2".SetPoint		Real	
"Data_ConfValves".AckDespL1		Bool	
"Data_ConfValves".AckDespL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutClose-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutClose-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpen-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".AutOpen-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".ByPass-lock0DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".ByPass-lock0DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".ByPass-lock1DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".ByPass-lock1DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".CloseHigh-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".CloseHigh-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".CloseLow-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".CloseLow-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".DespHigh-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".DespHigh-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".DespLow-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".DespLow-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".Enllock0DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".Enllock0DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".Enllock1DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".Enllock1DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock0DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock0DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock1DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".Ilock1DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".LS_Close-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".LS_Close-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".LS_Open-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".LS_Open-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Aut-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Aut-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".Man_Out-SPDespL1		Real	
"Data_ConfValves".Man_Out-SPDespL2		Real	
"Data_ConfValves".ManClose-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".ManClose-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".ManOpen-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".ManOpen-DespL2		Bool	
"Data_ConfValves".NcloseOpen-DespL1		Bool	
"Data_ConfValves".NcloseOpen-DespL2		Bool	
"ZSC102ValDesp"	%M0.5	Bool	
"ZSC103ValGas"	%M1.1	Bool	
"ZSC202ValDesp"	%M0.7	Bool	
"ZSC203ValGas"	%M1.3	Bool	
"ZSO102ValDesp"	%M0.4	Bool	
"ZSO103ValGas"	%M1.0	Bool	
"ZSO202ValDesp"	%M0.6	Bool	
"ZSO203ValGas"	%M1.2	Bool	

Totally Integrated Automation Portal

Network 12: Funcionamiento Bomba L1 L2

Illock de encendido nivel bajo encendido

```
graph LR
    subgraph Run
        L1_Run["Data_ConfValves.RunBombaL1"] --> M332_S["M33.2 Cmd_BombaL1 S"]
        L2_Run["Data_ConfValves.RunBombaL2"] --> M333_S["M33.3 Cmd_BombaL2 S"]
    end
    subgraph Stop
        L1_Stop["Data_ConfValves.StopBombaL1"] --> M332_R["M33.2 Cmd_BombaL1 R"]
        L2_Stop["Data_ConfValves.StopBombaL2"] --> M333_R["M33.3 Cmd_BombaL2 R"]
    end
    L1_Stop --- L1_Run
    L2_Stop --- L2_Run
```

Symbol	Address	Type	Comment
"Cmd_BombaL1"	%M33.2	Bool	
"Cmd_BombaL2"	%M33.3	Bool	
"Data_ConfValves".RunBombaL1		Bool	
"Data_ConfValves".RunBombaL2		Bool	
"Data_ConfValves".StopBombaL1		Bool	
"Data_ConfValves".StopBombaL2		Bool	
"LSH100NivelBajo"	%M2.5	Bool	

Network 13: Simulación apertura válvula poscionador

```
graph LR
    L1_Out["ContrDBRap_L1.Out"] --> T1["TON T#3s"]
    T1 --> M04["M0.4 ZSO102ValDesp"]
    L2_Out["ContrDBRap_L2.Out"] --> T2["TON T#3s"]
    T2 --> M06["M0.6 ZSO202ValDesp"]
```

Symbol	Address	Type	Comment
"ContrDBRap_L1".Out		Real	
"ContrDBRap_L2".Out		Real	
"ZSO102ValDesp"	%M0.4	Bool	
"ZSO202ValDesp"	%M0.6	Bool	

Network 14: Simulación cierre válvula poscionador

```
graph LR
    L1_Out["ContrDBRap_L1.Out"] --> T3["TON T#3s"]
    T3 --> M05["M0.5 ZSC102ValDesp"]
    L2_Out["ContrDBRap_L2.Out"] --> T4["TON T#3s"]
    T4 --> M07["M0.7 ZSC202ValDesp"]
```

Symbol	Address	Type	Comment
"ContrDBRap_L1".Out		Real	
"ContrDBRap_L2".Out		Real	
"ZSC102ValDesp"	%M0.5	Bool	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
"ZSC202ValDesp"	%M0.7	Bool	

Network 15: Simulación flujo según apertura de válvula posicionador

Symbol	Address	Type	Comment
"ContrDBRap_L1".Out		Real	
"ContrDBRap_L1".SetPoint		Real	
"TempFQ/ITL1"	%MD46	Real	

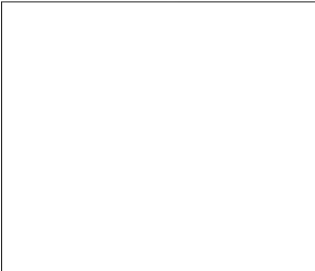
Network 16: Simulación apertura cierre valvula de gas

Symbol	Address	Type	Comment
"ValvulaGasL1_DB".Out		Bool	
"ValvulaGasL2_DB".Out		Bool	
"ZSO103ValGas"	%M1.0	Bool	
"ZSO203ValGas"	%M1.2	Bool	

Network 17: Simulación cierre valvula de gas

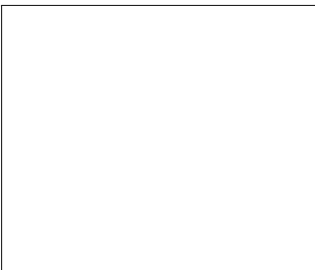
Symbol	Address	Type	Comment
"ValvulaGasL1_DB".Out		Bool	
"ValvulaGasL2_DB".Out		Bool	
"ZSC103ValGas"	%M1.1	Bool	
"ZSC203ValGas"	%M1.3	Bool	

Network 18: Simulación apertura válvula de reccirculación



Symbol	Address
"ValvulaReccL1_DB".Out	
"ValvulaReccL2_DB".Out	
"ZSO101ValRecc"	%M0.0
"ZSO201ValRecc"	%M0.2

Network 19: Simulación cierre válvula de recirculación



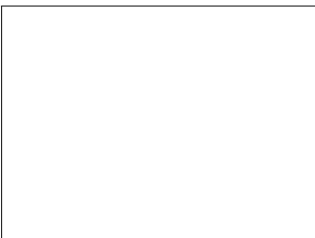
Symbol	Address
"ValvulaReccL1_DB".Out	
"ValvulaReccL2_DB".Out	
"ZSC101ValRecc"	%M0.1
"ZSC201ValRecc"	%M0.3

Network 20: Error general en cada linea



Symbol	Address
"AlarErrGnrValGasL1"	%M50.4
"AlarErrGnrValGasL2"	%M51.4
"AlarErrGnrValReccl1"	%M52.4
"AlarErrGnrValReccl2"	%M53.4
"AlarErrOpenValDespL1"	%M54.5
"AlarErrOpenValDespL2"	%M55.6
"Data_ConfValves".ErrorGnrL1	
"Data_ConfValves".ErrorGnrL2	

Network 21:



Symbol	Address
"ValvulaReccL1_DB".Out	
"ZSC101ValRecc"	%M0.1
"ZSO101ValRecc"	%M0.0

```

graph LR
    Start([Data_ConValdes:  
Nombree_usuario]) --> StringAssign[String =]
    StringAssign --> Cond{String =  
"%M32.7"}
    Cond -- Verdadero --> ChangeOp[Change_Oper]
    Cond -- Falso --> ChangeOp
    ChangeOp --> StringAssign
    StringAssign --> End([String =])
  
```

Totally Integrated Automation Portal							
Valvula [FB1]							
Valvula Properties							
General							
Name	Valvula	Number	1	Type	FB	Language	SCL
Numbering		manual					
Information							
Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Input							
NClose_open	Bool	false	Non-retain	True	True	False	Always close 1 always open 0
Enllock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Enllock1	Bool	true	Non-retain	True	True	False	
Illock1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Illock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Ack	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Opened	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Closed	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
AutoOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
AutoClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
BYpassIllock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
BYpassIllock1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
LS_Open	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
LS_Close	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ManOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ManClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ManAuto	Bool	false	Non-retain	True	True	False	Man 0 Aut 1
▼ Output							
DetectIllockOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
DetectIllockClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorIllock1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorIllock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Error	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Out	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Illock0OK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Illock1OK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
PPcloseQ	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
PPopenQ	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Ton_CloseErr	TON_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Ton_OpenErr	TON_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Ton_Opened	TON_TIME		Non-retain	False	False	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
Q	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
▼ Ton_Closed	TON_TIME		Non-retain	False	False	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
Q	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
▼ F_TrigOpen	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	

Totally Integrated Automation Portal							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ F_TrigClose	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
EnNOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ FTrigEnOpen	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ PP_Open	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ PP_Close	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ tp_oPENSIM	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ tp_CLOSE_SIM	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SR_CmdOpen	"SR_QUIMPAC"			True	True	False	
▼ Input							
S	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
R	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ InOut							
TEMP	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Static							
▼ CLK_SR	"Pulse_Generator"			True	True	False	
▼ Input							
In_PG	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
PT1_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT2_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
▼ Output							
TrigOut_PG	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Trig_PG	Bool	false	Retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	

Totally Integrated Automation Portal							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance_1	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SR_CmdClose	"SR_QUIMPAC"			True	True	False	
▼ Input							
S	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
R	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ InOut							
TEMP	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Static							
▼ CLK_SR	"Pulse_Generator"			True	True	False	
▼ Input							
In_PG	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
PT1_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT2_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
▼ Output							
TrigOut_PG	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Trig_PG	Bool	false	Retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance_1	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SLS_Open	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SLS_Close	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Temp1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ F_Chano_NC	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ R_Chano_NC	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							

Totally Integrated Automation Portal							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Temp							
Open	Bool						
Close	Bool						
OpenStatus	Bool						
CloseStatus	Bool						
CmdOpen	Bool						
CmdClose	Bool						
OpenedTime	Bool						
ClosedTime	Bool						
AutoAck	Bool						
▼ Constant							
FilterTime	Time	T#15s					
Time5s	Time	T#5s					
Time2s	Time	T#2s					

```

0001
0002
0003     IF #Opened THEN
0004         #Open := true;
0005         #OpenStatus := false;
0006         #CmdOpen := false;
0007     ELSE
0008         #Open := false;
0009     END_IF;
0010
0011     IF #Closed THEN
0012         #Close := true;
0013         #CloseStatus := false;
0014         #CmdClose := false;
0015     ELSE
0016         #Close := false;
0017     END_IF;
0018     //Bypass Ilock1
0019     IF #EnIlock1 THEN
0020         IF #Ilock1 THEN
0021             #Ilock1OK := true;
0022         ELSE
0023             IF #BYpassIlock1 THEN
0024                 #Ilock1OK := true;
0025             ELSE
0026                 #Ilock1OK := FALSE;
0027             END_IF;
0028         END_IF;
0029     ELSE
0030         #Ilock1OK := true;
0031     END_IF;
0032
0033     IF #EnIlock0 THEN
0034         IF #Ilock0 THEN
0035             #Ilock0OK := true;
0036         ELSE
0037             IF #BYpassIlock0 THEN
0038                 #Ilock0OK := true;
0039             ELSE
0040                 #Ilock0OK := FALSE;
0041             END_IF;
0042         END_IF;
0043     ELSE
0044         #Ilock0OK := true;
0045     END_IF;
0046
0047     #R_Chano_NC(CLK := #NClose_open);
0048     #F_Chano_NC(CLK := NOT #NClose_open);
0049     #PP_Open(CLK:=#AutoOpen, Q=>#PPopenQ);
0050     #PP_Close(CLK:=#AutoClose, Q=>#PPcloseQ);
0051     #SR_CmdOpen(S:=(#AutoOpen AND #ManAuto) OR #F_Chano_NC.Q OR (#ManOpen AND NOT #ManAuto)) AND
#Ilock1OK ,
0052     R:=#Opened OR #Ack OR #AutoAck OR #Error OR NOT #Ilock1OK OR (#SLS_Open.Q) ,
0053     Q=>#CmdOpen);
0054     #SR_CmdClose(S :=(#AutoClose AND #ManAuto) OR #R_Chano_NC.Q OR (#ManClose AND NOT #ManAuto)) AND
#Ilock0OK,
0055     R := #Closed OR #Ack OR #AutoAck OR #Error OR NOT #Ilock0OK OR (#SLS_Close.Q),
0056     Q => #CmdClose);
0057     #F_TrigOpen(CLK:=(#Opened));
0058     #F_TrigClose(CLK := (#Closed));
0059     IF #Out=TRUE AND (#F_TrigOpen.Q OR NOT(#Ilock1OK)) AND #LS_Open THEN
0060         #DetecIlockOpen := true;
0061         #Error := true;
0062     END_IF;
0063     IF #Out = false AND (#F_TrigClose.Q OR NOT(#Ilock0OK)) AND #LS_Close THEN
0064         #DetecIlockClose := true;
0065         #Error := true;
0066     END_IF;
0067     //AND #PPopenQ
0068     IF NOT #Ilock1OK AND #EnIlock1 THEN

```

Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0069 #ErrorILock1 := true; 0070 #Error := true; 0071 END_IF; 0072 //AND #PPcloseQ 0073 IF NOT #Ilock0OK AND #EnIlock0 THEN 0074 #ErrorIlock0 := true; 0075 #Error := true; 0076 END_IF; 0077 0078 #Ton_Opened(IN:=#CmdOpen, 0079 PT:=#FilterTime, 0080 Q=>#OpenedTime); 0081 #EnNOpen := NOT #NClose_open AND NOT #Out AND (NOT (#ClosedTime AND #AutoClose)); 0082 #FTrigEnOpen(CLK := #EnNOpen); 0083 #SLS_Open(IN := #OpenedTime AND (NOT #LS_Open) AND NOT #Opened, PT:=T#2s); 0084 0085 0086 #Ton_Closed(IN := #CmdClose, 0087 PT := #FilterTime, 0088 Q => #ClosedTime); 0089 #SLS_Close(IN := #ClosedTime AND (NOT #LS_Close) AND NOT #Closed, 0090 PT := T#2s); 0091 // cuando cambia de 0 a 1 y no hay comando 0092 0093 IF #NClose_open THEN 0094 IF #CmdOpen = true THEN 0095 #Out := 1; 0096 #OpenStatus := true; 0097 IF (#OpenedTime = true AND #LS_Open) AND #Opened = false THEN 0098 #Out := 0; 0099 #OpenStatus := false; 0100 #Error := true; 0101 #ErrorOpen := true; 0102 END_IF; 0103 IF #Opened = true THEN 0104 ; 0105 #Out := 1; 0106 #OpenStatus := false; 0107 #Error := false; 0108 #ErrorOpen := false; 0109 END_IF; 0110 END_IF; 0111 IF #CmdClose = true THEN 0112 #Out := 0; 0113 #CloseStatus := true; 0114 0115 IF (#ClosedTime = true AND #LS_Close) AND #Closed = false THEN 0116 #Out := 0; 0117 #CloseStatus := false; 0118 #Error := true; 0119 #ErrorClose := true; 0120 END_IF; 0121 IF #Closed = true THEN 0122 ; 0123 #Out := 0; 0124 #CloseStatus := false; 0125 #Error := false; 0126 #ErrorClose := false; 0127 END_IF; 0128 END_IF; 0129 IF #Out AND #LS_Open AND NOT #Opened AND #OpenedTime THEN 0130 #Out := 0; 0131 #OpenStatus := false; 0132 #Error := true; 0133 #ErrorOpen := true; 0134 END_IF; 0135 IF NOT #Out AND #LS_Close AND NOT #Closed AND #ClosedTime THEN 0136 #Out := 0; 0137 #CloseStatus := false; 0138 #Error := true; 0139 #ErrorClose := true; 0140 END_IF; 0141 ELSE 0142 IF #CmdOpen = true OR #FTrigEnOpen.Q THEN 0143 #Out := 1; 0144 #OpenStatus := true; 0145 IF (#OpenedTime = true AND #LS_Open) AND #Opened = false THEN 0146 #Out := 1; 0147 #OpenStatus := false; 0148 #Error := true; 0149 #ErrorOpen := true; 0150 END_IF; 0151 IF #Opened = true THEN 0152 ; 0153 #Out := 1; 0154 #OpenStatus := false; 0155 #Error := false; 0156 #ErrorOpen := false; 0157 END_IF; 0158 END_IF; 0159 IF #CmdClose = true THEN </pre>		

Totally Integrated Automation Portal			
<pre>0160 #Out := 0; 0161 #CloseStatus := true; 0162 0163 IF (#ClosedTime = true AND #LS_Close) AND #Closed = false THEN 0164 #Out := 1; 0165 #CloseStatus := false; 0166 #Error := true; 0167 #ErrorClose := true; 0168 END_IF; 0169 IF #Closed = true THEN 0170 ; 0171 #Out := 0; 0172 #CloseStatus := false; 0173 #Error := false; 0174 #ErrorClose := false; 0175 END_IF; 0176 END_IF; 0177 0178 0179 IF #Out AND #LS_Open AND NOT #Opened AND #OpenedTime THEN 0180 #Out := 1; 0181 #OpenStatus := false; 0182 #Error := true; 0183 #ErrorOpen := true; 0184 END_IF; 0185 IF NOT #Out AND #LS_Close AND NOT #Closed AND #ClosedTime THEN 0186 #Out := 1; 0187 #CloseStatus := false; 0188 #Error := true; 0189 #ErrorClose := true; 0190 END_IF; 0191 END_IF; 0192 0193 0194 0195 0196 0197 0198 #Ton_CloseErr(IN := #CmdClose, 0199 PT := T#2s); 0200 #Ton_OpenErr(IN := #CmdOpen, 0201 PT := T#2s); 0202 0203 IF #Error THEN 0204 IF #NClose_open THEN 0205 #Out := 0; 0206 ELSE 0207 #Out := 1; 0208 END_IF; 0209 END_IF; 0210 // #Out := #NClose_open;// 0211 //ELSIF #CmdOpen AND #CmdClose AND #Ton_CloseErr.Q AND #Ton_OpenErr.Q 0212 //THEN 0213 // #Error:=TRUE; 0214 //END_IF; 0215 0216 0217 IF #Ack THEN 0218 #Error := false; 0219 #ErrorOpen := false; 0220 #ErrorClose := false; 0221 #ErrorIlock0 := false; 0222 #ErrorIlock1 := false; 0223 #DetecIlockOpen := FALSE; 0224 #DetecIlockClose := FALSE; 0225 END_IF;</pre>			
Symbol	Address	Type	Comment
#Ack		Bool	
#AutoAck		Bool	
#AutoClose		Bool	
#AutoOpen		Bool	
#BypassIlock0		Bool	
#BypassIlock1		Bool	
#Close		Bool	
#Closed		Bool	
#ClosedTime		Bool	
#CloseStatus		Bool	
#CmdClose		Bool	
#CmdOpen		Bool	
#DetecIlockClose		Bool	
#DetecIlockOpen		Bool	
#EnIlock0		Bool	
#EnIlock1		Bool	
#EnNOpen		Bool	
#Error		Bool	
#ErrorClose		Bool	
#ErrorIlock0		Bool	
#ErrorIlock1		Bool	
#ErrorOpen		Bool	
#F_Chano_NC		Multi_FB	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
#F_Chano_NC.Q		Bool	
#F_TrigClose		Multi_FB	
#F_TrigClose.Q		Bool	
#F_TrigOpen		Multi_FB	
#F_TrigOpen.Q		Bool	
#FilterTime	T#15s	Time	
#FTrigEnOpen		Multi_FB	
#FTrigEnOpen.Q		Bool	
#lock0		Bool	
#lock0OK		Bool	
#lock1		Bool	
#lock1OK		Bool	
#LS_Close		Bool	
#LS_Open		Bool	
#ManAuto		Bool	Man 0 Aut 1
#ManClose		Bool	
#ManOpen		Bool	
#NClose_open		Bool	Always close 1 always open 0
#Open		Bool	
#Opened		Bool	
#OpenedTime		Bool	
#OpenStatus		Bool	
#Out		Bool	
#PP_Close		Multi_FB	
#PP_Open		Multi_FB	
#PPcloseQ		Bool	
#PPopenQ		Bool	
#R_Chano_NC		Multi_FB	
#R_Chano_NC.Q		Bool	
#SLS_Close		IEC_Timer	
#SLS_Close.Q		Bool	
#SLS_Open		IEC_Timer	
#SLS_Open.Q		Bool	
#SR_CmdClose		Multi_FB	
#SR_CmdOpen		Multi_FB	
#Ton_Closed		IEC_Timer	
#Ton_CloseErr		IEC_Timer	
#Ton_Opened		IEC_Timer	
#Ton_OpenErr		IEC_Timer	

Totally Integrated Automation Portal							
Val_Posicionador [FB2]							
Val_Posicionador Properties							
General							
Name	Val_Posicionador	Number	2	Type	FB	Language	SCL
Numbering	manual						
Information							
Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Input							
NClose_open	Bool	false	Non-retain	True	True	False	Always close 1 always open 0
Enllock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Enllock1	Bool	true	Non-retain	True	True	False	
Illock1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Illock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Ack	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Opened	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Closed	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
AutoOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
AutoClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
BYpassIllock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
BYpassIllock1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
LS_Open	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
LS_Close	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Ramp_out	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
ManAuto	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ManOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ManClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
DetectlockOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
DetectlockClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorIllock1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorIllock0	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Error	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorClose	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Out	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
OutIniFB	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Out_SP	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
Out_Rate	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
ErrorOpen20	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorClose20	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
ErrorOpenMan	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ InOut							
DespLow	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
CloseLow	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
CloseHigh	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Man_OutSP	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
DespHigh	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Static							
Illock0OK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Illock1OK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
PPcloseQ	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
PPopenQ	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Ton_CloseErr	TON_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Ton_OpenErr	TON_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Ton_Opened	TON_TIME		Non-retain	False	False	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
Q	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
▼ Ton_Closed	TON_TIME		Non-retain	False	False	False	

Totally Integrated Automation Portal							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
ST	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
Q	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
▼ F_TrigOpen	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ F_TrigClose	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
EnNOpen	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ FTrigEnOpen	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ PP_Open	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ PP_Close	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ tp_oPENsIM	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ tp_CLOSE_SIM	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SR_CmdOpen	"SR_QUIMPAC"			True	True	False	
▼ Input							
S	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
R	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ InOut							
TEMP	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Static							
▼ CLK_SR	"Pulse_Generator"			True	True	False	
▼ Input							

Totally Integrated Automation Portal							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
In_PG	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
PT1_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT2_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
▼ Output							
TrigOut_PG	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Trig_PG	Bool	false	Retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance_1	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SR_CmdClose	"SR_QUIMPAC"			True	True	False	
▼ Input							
S	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
R	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ InOut							
TEMP	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Static							
▼ CLK_SR	"Pulse_Generator"			True	True	False	
▼ Input							
In_PG	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
PT1_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
PT2_PG	Time	T#0ms	Non-retain	False	False	False	
▼ Output							
TrigOut_PG	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Trig_PG	Bool	false	Retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ IEC_Timer_0_Instance_1	IEC_TIMER		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SLS_Open	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ SLS_Close	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Temp1	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ TP_DespHigh	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	

Totally Integrated Automation Portal							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ TP_DespLow	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ TP_CloseLow	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ TP_CloseHigh	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
RampOut	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
Ramp_OutReal	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
▼ Rise_CmdClose	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Rise_CmdOpen	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ R_ChanNO_NC	R_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ F_ChanNO_NC	F_TRIG			True	True	False	
▼ Input							
CLK	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Stat_Bit	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Time1s	Time	T#1s	Non-retain	True	True	False	
▼ TP_OpenMan	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ TP_CloseMan	TP_TIME		Non-retain	True	True	False	
ST	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
PT	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
ET	Time	T#0ms	Non-retain	True	True	False	
RU	Bool	false	Non-retain	False	False	False	
IN	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
Q	Bool	false	Non-retain	True	True	False	
▼ Temp							

Totally Integrated Automation Portal							
Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
Open	Bool						
Close	Bool						
OpenStatus	Bool						
CloseStatus	Bool						
CmdOpen	Bool						
CmdClose	Bool						
OpenedTime	Bool						
ClosedTime	Bool						
AutoAck	Bool						
▼ Constant							
FilterTime	Time	T#30s					
Time5s	Time	T#5s					
Time2s	Time	T#2s					

```

0001
0002
0003     IF #Opened THEN
0004         #Open := true;
0005         #OpenStatus := false;
0006         #CmdOpen := false;
0007     ELSE
0008         #Open := false;
0009     END_IF;
0010
0011     IF #Closed THEN
0012         #Close := true;
0013         #CloseStatus := false;
0014         #CmdClose := false;
0015     ELSE
0016         #Close := false;
0017     END_IF;
0018     //Bypass Ilock1
0019     IF #EnIlock1 THEN
0020         IF #Ilock1 THEN
0021             #Ilock1OK := true;
0022         ELSE
0023             IF #BYpassIlock1 THEN
0024                 #Ilock1OK := true;
0025             ELSE
0026                 #Ilock1OK := FALSE;
0027             END_IF;
0028         END_IF;
0029     ELSE
0030         #Ilock1OK := true;
0031     END_IF;
0032
0033     IF #EnIlock0 THEN
0034         IF #Ilock0 THEN
0035             #Ilock0OK := true;
0036         ELSE
0037             IF #BYpassIlock0 THEN
0038                 #Ilock0OK := true;
0039             ELSE
0040                 #Ilock0OK := FALSE;
0041             END_IF;
0042         END_IF;
0043     ELSE
0044         #Ilock0OK := true;
0045     END_IF;
0046
0047     #R_Channo_NC(CLK := #NClose_open);
0048     #F_Channo_NC(CLK := NOT #NClose_open);
0049     #PP_Open(CLK:=#AutoOpen, Q=>#PPopenQ);
0050     #PP_Close(CLK:=#AutoClose, Q=>#PPcloseQ);
0051
0052     #SR_CmdOpen(S:=((#AutoOpen AND #ManAuto) OR (#ManOpen AND NOT #ManAuto)) AND #Ilock1OK ,
0053     R:=#Opened OR #Ack OR #AutoAck OR #Error OR NOT #Ilock1OK OR (#SLS_Open.Q),
0054     Q=>#CmdOpen);
0055     #SR_CmdClose(S := ((#AutoClose AND #ManAuto) OR (#ManClose AND NOT #ManAuto)) AND #Ilock0OK,
0056     R := #Closed OR #Ack OR #AutoAck OR #Error OR NOT #Ilock0OK OR (#SLS_Close.Q),
0057     Q => #CmdClose);
0058     #F_TriggerOpen(CLK:=(#Opened ));
0059     #F_TriggerClose(CLK := (#Closed));
0060     IF #Out_SP=100.0 AND  (#F_TriggerOpen.Q OR NOT(#Ilock1OK)) AND #LS_Open THEN
0061         #DetecIlockOpen := true;
0062         #Error := true;
0063     END_IF;
0064     IF #Out_SP=0.0 AND  (#F_TriggerClose.Q OR NOT(#Ilock0OK)) AND #LS_Close THEN
0065         #DetecIlockClose := true;
0066         #Error := true;
0067     END_IF;
0068
0069     IF NOT #Ilock1OK AND #EnIlock1 THEN
0070         #ErrorIlock1 := true;
0071         #Error := true;
0072     END_IF;
0073
0074     IF NOT #Ilock0OK AND #EnIlock0 THEN

```

Totally Integrated Automation Portal		
<pre> 0075 #ErrorIlock0 := true; 0076 #Error := true; 0077 END_IF; 0078 0079 #Ton_Opened(IN:=#CmdOpen, 0080 PT:=#FilterTime, 0081 Q=>#OpenedTime); 0082 #EnNOpen := NOT #NClose_open AND NOT #Out AND (NOT (#ClosedTime AND #AutoClose)); 0083 #FTrigEnOpen(CLK := #EnNOpen); 0084 #SLS_Open(IN := #OpenedTime AND ((#DespHigh AND (NOT #LS_Open) AND NOT #Opened) OR #DespLow), PT:=T#2s); 0085 0086 0087 #Ton_Closed(IN := #CmdClose, 0088 PT := #FilterTime, 0089 Q => #ClosedTime); 0090 0091 #SLS_Close(IN := #ClosedTime AND ((#CloseHigh AND (NOT #LS_Close) AND NOT #Closed) OR #DespLow), 0092 PT := T#2s); 0093 0094 #TP_DespHigh(IN := #CmdOpen = true AND #DespHigh AND NOT #DespLow, 0095 PT := #Time5s); 0096 #TP_OpenMan(IN:=#CmdOpen AND NOT #ManAuto , 0097 PT:=#Time5s); 0098 0099 #TP_CloseMan(IN:=#CmdClose AND NOT #ManAuto, 0100 PT:=#Time5s); 0101 0102 0103 #TP_DespLow(IN := #CmdOpen = true AND NOT #DespHigh AND #DespLow, 0104 PT := #Time5s); 0105 #TP_CloseHigh(IN := #CmdClose = true AND #CloseHigh AND NOT #CloseLow, 0106 PT := #Time1s); 0107 #TP_CloseLow(IN := #CmdClose = true AND NOT #CloseHigh AND #CloseLow, 0108 PT := #Time1s); 0109 IF #ManAuto THEN 0110 IF #DespHigh AND #CmdOpen THEN 0111 IF #TP_DespHigh.Q THEN 0112 #Out_Rate := 15.0; 0113 #OpenStatus := true; 0114 #OuIniFB := true; 0115 #Out_SP := 0; 0116 ELSE 0117 #OuIniFB := false; 0118 #Out_SP := 100; 0119 IF #OpenedTime = true AND #LS_Open AND #Opened = false THEN 0120 #OuIniFB := false; 0121 #Out_SP := 0; 0122 #OpenStatus := false; 0123 #Error := true; 0124 #ErrorOpen := true; 0125 END_IF; 0126 IF #Opened OR (#Ramp_out = 100.0 AND #OpenedTime = true AND NOT #LS_Open) THEN 0127 #OuIniFB := false; 0128 #Out_SP := 100; 0129 #OpenStatus := false; 0130 #Error := false; 0131 #DespHigh := false; 0132 END_IF; 0133 END_IF; 0134 END_IF; 0135 END_IF; 0136 IF #DespLow AND #CmdOpen THEN 0137 IF #TP_DespLow.Q THEN 0138 #Out_Rate := 15.0; 0139 #OpenStatus := true; 0140 #OuIniFB := true; 0141 #Out_SP := 0; 0142 ELSE 0143 #OuIniFB := false; 0144 #Out_SP := 20; 0145 IF #OpenedTime = true AND NOT (#Ramp_out = 20) THEN 0146 #OuIniFB := false; 0147 #Out_SP := 0; 0148 #OpenStatus := false; 0149 #Error := true; 0150 #ErrorOpen20 := true; 0151 END_IF; 0152 IF #Ramp_out = 20.0 AND #OpenedTime = true THEN 0153 #OuIniFB := false; 0154 #Out_SP := 20; 0155 #OpenStatus := false; 0156 #Error := false; 0157 #DespLow := false; 0158 END_IF; 0159 END_IF; 0160 END_IF; 0161 END_IF; 0162 IF #CloseLow AND #CmdClose THEN 0163 IF #TP_CloseLow.Q THEN 0164 #Out_Rate := 5.0; </pre>		

Totally Integrated Automation Portal		
0166	#CloseStatus := true;	
0167	#Out_SP := 20;	
0168	ELSE	
0169	IF #ClosedTime = true AND NOT (#Ramp_out = 20) THEN	
0170	#OuIniFB := false;	
0171	#Out_SP := 0;	
0172	#OpenStatus := false;	
0173	#Error := true;	
0174	#ErrorClose20 := true;	
0175		
0176	END_IF;	
0177	IF #Ramp_out = 20.0 AND #ClosedTime = true THEN	
0178	#OuIniFB := false;	
0179	#Out_SP := 20;	
0180	#OpenStatus := false;	
0181	#Error := false;	
0182	#ErrorClose20 := false;	
0183		
0184	END_IF;	
0185	END_IF;	
0186	END_IF;	
0187	IF #CloseHigh AND #CmdClose THEN	
0188	IF #TP_CloseHigh.Q THEN	
0189	#Out_Rate := 1.0;	
0190	#CloseStatus := true;	
0191	#Out_SP := 0;	
0192	#OuIniFB := true;	
0193	ELSE	
0194	IF #ClosedTime = true AND #LS_Close AND #Closed = false THEN	
0195	#OuIniFB := false;	
0196	#Out_SP := 0;	
0197	#OpenStatus := false;	
0198	#Error := true;	
0199	#ErrorClose := true;	
0200		
0201	END_IF;	
0202	IF #Closed OR (#Ramp_out = 0.0 AND #ClosedTime = true AND NOT #LS_Close) THEN	
0203	#OuIniFB := false;	
0204	#Out_SP := 0;	
0205	#OpenStatus := false;	
0206	#Error := false;	
0207	#CloseHigh := false;	
0208		
0209	END_IF;	
0210	END_IF;	
0211	END_IF;	
0212	ELSE	
0213	IF #CmdOpen THEN	
0214	IF #TP_OpenMan.Q THEN	
0215	#Out_Rate := 1.0;	
0216	#Out_SP := #Man_OutSP;	
0217	#OuIniFB := true;	
0218	ELSE	
0219	#OuIniFB := false;	
0220	#Out_SP := #Man_OutSP;	
0221	IF #OpenedTime = true AND NOT (#Ramp_out = #Man_OutSP) THEN	
0222	#OuIniFB := false;	
0223	#Out_SP := 0;	
0224	#OpenStatus := false;	
0225	#Error := true;	
0226	#ErrorOpenMan := true;	
0227		
0228	END_IF;	
0229	IF #Ramp_out = #Man_OutSP AND #OpenedTime = true AND NOT #CmdClose THEN	
0230	#OuIniFB := false;	
0231	#Out_SP := #Man_OutSP;	
0232	#OpenStatus := false;	
0233	#Error := false;	
0234	#ErrorOpenMan := false;	
0235	END_IF;	
0236	END_IF;	
0237	END_IF;	
0238	IF #CmdClose THEN	
0239	IF #TP_CloseMan.Q THEN	
0240	#Out_Rate := 1.0;	
0241	#Out_SP := 0;	
0242	#OuIniFB := true;	
0243	#Man_OutSP := 0;	
0244	ELSE	
0245	#OuIniFB := false;	
0246	#Out_SP := 0;	
0247		
0248	IF #ClosedTime = true AND #LS_Close AND #Closed = false THEN	
0249	#OuIniFB := false;	
0250	#Out_SP := 0;	
0251	#OpenStatus := false;	
0252	#Error := true;	
0253	#ErrorClose := true;	
0254		
0255	END_IF;	
0256	IF (#Closed OR (#Ramp_out = 0.0 AND #ClosedTime = true AND NOT #LS_Close)) AND (NOT #CmdOpen) THEN	

Totally Integrated Automation Portal			
<pre>0257 #OuIniFB := false; 0258 #Out_SP := 0; 0259 #OpenStatus := false; 0260 #Error := false; 0261 #CloseHigh := false; 0262 0263 END_IF; 0264 END_IF; 0265 END_IF; 0266 END_IF; 0267 0268 #Ton_CloseErr(IN := #CmdClose, 0269 PT := T#2s); 0270 #Ton_OpenErr(IN := #CmdOpen, 0271 PT := T#2s); 0272 0273 IF #Error THEN 0274 IF #NClose_open THEN 0275 #Out := 0; 0276 ELSE 0277 #Out := 1; 0278 END_IF; 0279 END_IF; 0280 0281 IF #Ack THEN 0282 #Error := false; 0283 #ErrorOpen := false; 0284 #ErrorClose := false; 0285 #ErrorIlock0 := false; 0286 #ErrorIlock1 := false; 0287 #DetecIlockOpen := FALSE; 0288 #DetecIlockClose := FALSE; 0289 #DespHigh:= FALSE; 0290 #DespLow:= FALSE; 0291 #CloseHigh:= FALSE; 0292 #CloseLow:= FALSE; 0293 #Out_SP := 0; 0294 #Out_Rate := 100.0; 0295 #ErrorClose20 := false; 0296 #ErrorOpen20:=false; 0297 #ErrorOpenMan := false; 0298 END_IF; 0299 0300 #Rise_CmdOpen(CLK := #CmdOpen); 0301 #Rise_CmdClose(CLK := #CmdClose); 0302 IF #Rise_CmdOpen.Q THEN 0303 #DespHigh := false; 0304 #DespLow := false; 0305 END_IF; 0306 0307 IF #Rise_CmdClose.Q THEN 0308 #CloseHigh := false; 0309 #CloseLow := false; 0310 END_IF;</pre>			
Symbol	Address	Type	Comment
#Ack		Bool	
#AutoAck		Bool	
#AutoClose		Bool	
#AutoOpen		Bool	
#BYpassIlock0		Bool	
#BYpassIlock1		Bool	
#Close		Bool	
#Closed		Bool	
#ClosedTime		Bool	
#CloseHigh		Bool	
#CloseLow		Bool	
#CloseStatus		Bool	
#CmdClose		Bool	
#CmdOpen		Bool	
#DespHigh		Bool	
#DespLow		Bool	
#DetecIlockClose		Bool	
#DetecIlockOpen		Bool	
#EnIlock0		Bool	
#EnIlock1		Bool	
#EnNOpen		Bool	
#Error		Bool	
#ErrorClose		Bool	
#ErrorClose20		Bool	
#ErrorIlock0		Bool	
#ErrorIlock1		Bool	
#ErrorOpen		Bool	
#ErrorOpen20		Bool	
#ErrorOpenMan		Bool	
#F_ChanNO_NC		Multi_FB	
#F_TrigClose		Multi_FB	
#F_TrigClose.Q		Bool	
#F_TrigOpen		Multi_FB	
#F_TrigOpen.Q		Bool	
#FilterTime	T#30s	Time	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
#FTrigEnOpen		Multi_FB	
#Ilock0		Bool	
#Ilock0OK		Bool	
#Ilock1		Bool	
#Ilock1OK		Bool	
#LS_Close		Bool	
#LS_Open		Bool	
#Man_OutSP		Real	
#ManAuto		Bool	
#ManClose		Bool	
#ManOpen		Bool	
#NClose_open		Bool	Always close 1 always open 0
#Open		Bool	
#Opened		Bool	
#OpenedTime		Bool	
#OpenStatus		Bool	
#OuliniFB		Bool	
#Out		Bool	
#Out_Rate		Real	
#Out_SP		Real	
#PP_Close		Multi_FB	
#PP_Open		Multi_FB	
#PPcloseQ		Bool	
#PPopenQ		Bool	
#R_Chano_NO_NC		Multi_FB	
#Ramp_out		Real	
#Rise_CmdClose		Multi_FB	
#Rise_CmdClose.Q		Bool	
#Rise_CmdOpen		Multi_FB	
#Rise_CmdOpen.Q		Bool	
#SLS_Close		IEC_Timer	
#SLS_Close.Q		Bool	
#SLS_Open		IEC_Timer	
#SLS_Open.Q		Bool	
#SR_CmdClose		Multi_FB	
#SR_CmdOpen		Multi_FB	
#Time1s		Time	
#Time5s	T#5s	Time	
#Ton_Closed		IEC_Timer	
#Ton_CloseErr		IEC_Timer	
#Ton_Opened		IEC_Timer	
#Ton_OpenErr		IEC_Timer	
#TP_CloseHigh		IEC_Timer	
#TP_CloseHigh.Q		Bool	
#TP_CloseLow		IEC_Timer	
#TP_CloseLow.Q		Bool	
#TP_CloseMan		IEC_Timer	
#TP_CloseMan.Q		Bool	
#TP_DespHigh		IEC_Timer	
#TP_DespHigh.Q		Bool	
#TP_DespLow		IEC_Timer	
#TP_DespLow.Q		Bool	
#TP_OpenMan		IEC_Timer	
#TP_OpenMan.Q		Bool	

Conversion_AI [FB6]

Conversion_AI Properties

General

Name	Conversion_AI	Number	6	Type	FB	Language	LAD
------	---------------	--------	---	------	----	----------	-----

Numbering	manual
-----------	--------

Information

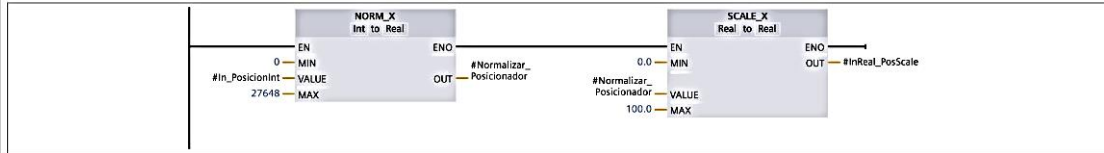
Title		Author		Comment		Family	
-------	--	--------	--	---------	--	--------	--

version	0.1
---------	-----

ID

Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Input							
In_PosicionInt	Int	0	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
InReal_PosScale	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
InOut							
▼ Static							
Normalizar_Posicionador	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
Temp							
Constant							

Network 1:



Symbol	Address	Type	Comment
#In_PosicionInt		Int	
#InReal_PosScale		Real	
#Normalizar_Posicionador		Real	

Totally Integrated Automation Portal

Conversion_AO [FB5]

Conversion_AO Properties

General

Name	Conversion_AO	Number	5	Type	FB	Language	LAD
Numbering	manual						

Information

Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Name	Data type	Default value	Retain	Accessible from HMI	Visible in HMI	Setpoint	Comment
▼ Input							
In_PosicionReal	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
▼ Output							
Out_PosicionUInt	UInt	0	Non-retain	True	True	False	
▼ Static							
Normalizar_Posicionador	Real	0.0	Non-retain	True	True	False	
Temp							
Constant							

Network 1:

NORM_X
Real to Real

EN
0.0 — MIN
#In_PosicionReal — VALUE
100.0 — MAX

ENO
OUT — #Normalizar_Posicionador

SCALE_X
Real to UInt

EN
0 — MIN
#Normalizar_Posicionador — VALUE
27648 — MAX

ENO
OUT — #Out_PosicionUInt

Symbol	Address	Type	Comment
#In_PosicionReal		Real	
#Normalizar_Posicionador		Real	
#Out_PosicionUInt		UInt	

Totally Integrated Automation Portal

Programa / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Program blocks

Entradas_Salidas [FC1]

Entradas_Salidas Properties

General

Name	Entradas_Salidas	Number	1	Type	FC	Language	SCL
Numbering	automatic						

Information

Title		Author		Comment		Family	
Version	0.1	User-defined ID					

Entradas_Salidas

Name	Data type	Default value	Comment
Input			
Output			
InOut			
Temp			
Constant			
▼ Return			
Entradas_Salidas	Void		

0001

0002 (*MÓDULO 1 CPU1214C, ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES Y ANALÓGICAS*)

0003 // "ZSO101ValRecc" := "ED01_00";

0004 // "ZSC101ValRecc" := "ED01_01";

0005 // "ZSO201ValRecc" := "ED01_02";

0006 // "ZSC201ValRecc" := "ED01_03";

0007 // "ZSO102ValDesp" := "ED01_04";

0008 // "ZSC102ValDesp" := "ED01_05";

0009 // "ZSO202ValDesp" := "ED01_06";

0010 // "ZSC202ValDesp" := "ED01_07";

0011 // "ZSO103ValGas" := "ED01_08";

0012 // "ZSC103ValGas" := "ED01_09";

0013 // "ZSO203ValGas" := "ED01_10";

0014 // "ZSC203ValGas" := "ED01_11";

0015 // "YS100Man_AutL1" := "ED01_12";

0016 // "YS100Man_AutL2" := "ED01_13";

0017 // "YS100Man_AutL2" := "ED02_00";

0018 "LSH100NivelAlto" := "ED02_00" OR "SimNivelAlto";

0019 "LSH100NivelBajo" := "ED02_01" OR "SimNivelbajo";

0020 "AlarmLSH100NivelBajo" := NOT ("ED02_01" OR "SimNivelbajo");

0021 "HS00PE" := "ED02_02" OR "SimHS00PE";

0022 "YE100Camion" := "ED02_03" OR "SimYE100";

0023 "YE200Camion" := "ED02_04" OR "SimYE200" ;

0024

0025 "Conversion_AI_DBL1" (In_PosicionInt:= "EA03_00",

0026 InReal_PosScale=> "FIC104Flujo");

0027 "Conversion_AI_DBL2" (In_PosicionInt:= "EA03_01",

0028 InReal_PosScale=> "FIC204Flujo");

0029

0030 "FY102RefPos" := "ContrDBRap_L1".Out;

0031 "FY202RefPos" := "ContrDBRap_L2".Out;

0032

0033 "Conversion_AO_DBL1" (In_PosicionReal:= "FY102RefPos",

0034 Out_PosicionUint=> "SA03_00");

0035 "Conversion_AO_DBL2" (In_PosicionReal := "FY202RefPos",

0036 Out_PosicionUint => "SA03_01");

0037

0038

0039 // normalizar de real a dint

0040

0041 "Data_ConfValves".Operador := 'operador';

Symbol	Address	Type	Comment
"AlarmLSH100NivelBajo"	%M57.0	Bool	
"ContrDBRap_L1".Out		Real	
"ContrDBRap_L2".Out		Real	
"Data_ConfValves".Operador		String	
"EA03_00"	%IW112	Int	
"EA03_01"	%IW114	Int	
"ED02_00"	%I8.0	Bool	
"ED02_01"	%I8.1	Bool	
"ED02_02"	%I8.2	Bool	
"ED02_03"	%I8.3	Bool	
"ED02_04"	%I8.4	Bool	
"FIC104Flujo"	%MD10	Real	
"FIC204Flujo"	%MD14	Real	
"FY102RefPos"	%MD18	Real	
"FY202RefPos"	%MD22	Real	
"HS00PE"	%M2.6	Bool	
"LSH100NivelAlto"	%M2.4	Bool	
"LSH100NivelBajo"	%M2.5	Bool	
"SA03_00"	%QW112	Word	
"SA03_01"	%QW114	Word	
"SimHS00PE"	%M33.4	Bool	
"SimNivelAlto"	%M33.0	Bool	
"SimNivelbajo"	%M33.1	Bool	

Totally Integrated Automation Portal			
Symbol	Address	Type	Comment
"SimYE100"	%M33.5	Bool	
"SimYE200"	%M33.6	Bool	
"YE100Camion"	%M2.7	Bool	
"YE200Camion"	%M3.0	Bool	

ANEXO N°3: FICHA TÉCNICA
VÁLVULA MARIPOSA MARCA ASAHI



Type-57 Butterfly Valve

Standard Features (Sizes 1-1/2" – 14")

- Standard model (1-1/2" – 14") has PVC body and PP disc for superior chemical resistance and elevated temperature capabilities
- 316 stainless steel shaft has full engagement over the entire length of the disc and is a non-wetted part
- Only solid and abrasion resistant plastic disc and elastomeric liner are wetted parts
- ISO bolt circle on top flange – No body or stem modifications required for accessories
- Stem retainer – PP retainer to prevent stem removal
- Seat overtightening protection – Molded body stops and seat stress relief area
- Spherical disc design offers increased Cv, ultimate sealing and high cycle life
- 21-position throttle plate for lever handle style

Options

- Pneumatically and electrically actuated with accessories
- Alternate discs:
 - (I) PVC : 1-1/2" – 14"
 - (II) PVDF : 1-1/2" – 14"
 - (III) CPVC : 3", 4", 6" & 8"
- Lug style (stainless steel 304 or 316) for blocking and end-of-line applications
- Stems in titanium or Hastelloy C®
- 2" square nut on stem (1-1/2" - 8" only)
- 2" square nut on gear operator (all sizes)
- Stem extensions (single stem and two-piece stem)
- Locking devices (gear type – standard on lever)
- Chain operators
- Manual limit switch - Asahi P-Series
- Tandem arrangements (Patented by A/A, Inc.)

Specifications

Sizes: Lever: 1-1/2" – 8"
 Gear: 1-1/4" – 14"
Models: Wafer Style
Operators: Lever and Gear
Bodies: PVC, PP and PVDF
Discs: PVC, PP, PVDF and CPVC
Seats: EPDM, FKM, and Nitrile
Seals: Same as seating material
Stems: 316 stainless steel,
 Titanium, Hastelloy C® ‡

PVC/PP/EPDM Models
 NSF-61 Certified

‡ Trademark of Cabot Corporation

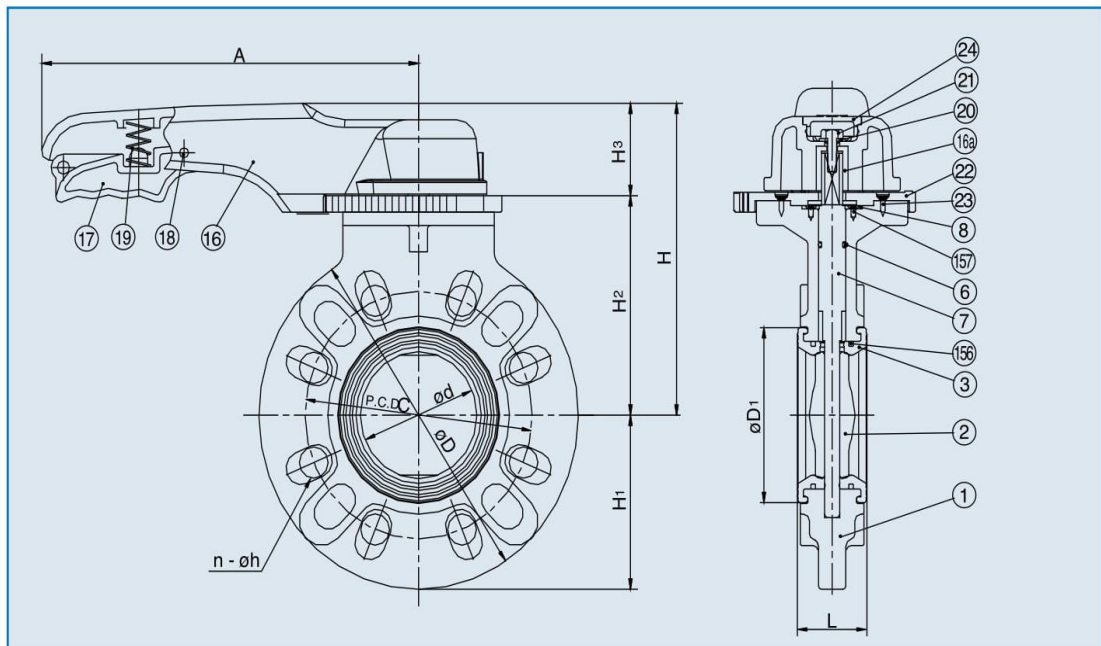
Parts List (Lever: Sizes 1-1/2" – 8")

PARTS			
NO.	DESCRIPTION	PCS.	MATERIAL
1	Body	1	PVC, PP, PVDF
2	Disc	1	PVC, CPVC, PP, PVDF
3	Seat	1	EPDM, FKM, NBR
6	O-Ring (C)	1	EPDM, FKM, NBR
7	Stem	1	Stainless Steel 316
8	Stem Retainer	1	PP
16	Handle	1	PP
16A	Metal Insert in Handle	1	Stainless Steel 316L
17	Handle Lever	1	PPG
18	Pin	1	PPG
19	Spring	1	Stainless Steel 304
20	Washer (A)	1	Stainless Steel 304
21	Bolt (B)	1	Stainless Steel 304
22	Locking Plate	1	PPG
23	Screw (B)	4	Stainless Steel 304
24	Cap (A)	1	PP
156	Liner Stabilization Ring	2	Stainless Steel (SCS13)
157	Screw (F)	4	Stainless Steel 304



Type-57 – Lever Operated

Butterfly Valves



Dimensions (Lever: Sizes 1-1/2" – 8") (in.)

Cv Values

NOMINAL SIZE		ANSI CLASS 150												NOMINAL SIZE		Cv (at various opening degrees)				
INCHES	mm	d	C	n	h	D	D1	L	H	H1	H2	H3	A	INCHES	mm	30°	60°	90°		
1-1/2	40	1.77	3.88	4	0.62	5.91	2.83	1.54	6.14	2.95	3.94	2.20	8.66	1-1/2	40	4	43	71		
2	50	2.20	4.75	4	0.75	6.50	3.23	1.65	6.54	3.25	4.33	2.20	8.66	2	50	7	73	120		
2-1/2	65	2.72	5.50	4	0.75	7.28	3.78	1.81	6.93	3.64	4.72	2.20	8.66	2-1/2	65	15	153	250		
3	80	3.03	6.00	4	0.75	8.31	4.17	1.81	7.52	4.15	5.31	2.20	9.84	3	80	18	183	300		
4	100	4.02	7.50	8	0.75	9.37	5.31	2.20	8.11	4.69	5.91	2.20	9.84	4	100	28	287	470		
5	125	5.08	8.50	8	0.88	10.39	6.69	2.60	9.33	5.20	6.61	2.72	12.60	5	125	49	506	830		
6	150	5.91	9.50	8	0.88	11.22	7.52	2.80	9.92	5.61	7.20	2.72	12.60	6	150	66	671	1100		
8	200	7.68	11.75	8	0.88	13.39	9.53	3.43	11.14	6.69	8.43	2.72	15.75	8	200	150	1525	2500		

Pressure vs. Temperature (psi, water, non-shock)* Wt. (lbs.) / Vacuum Service

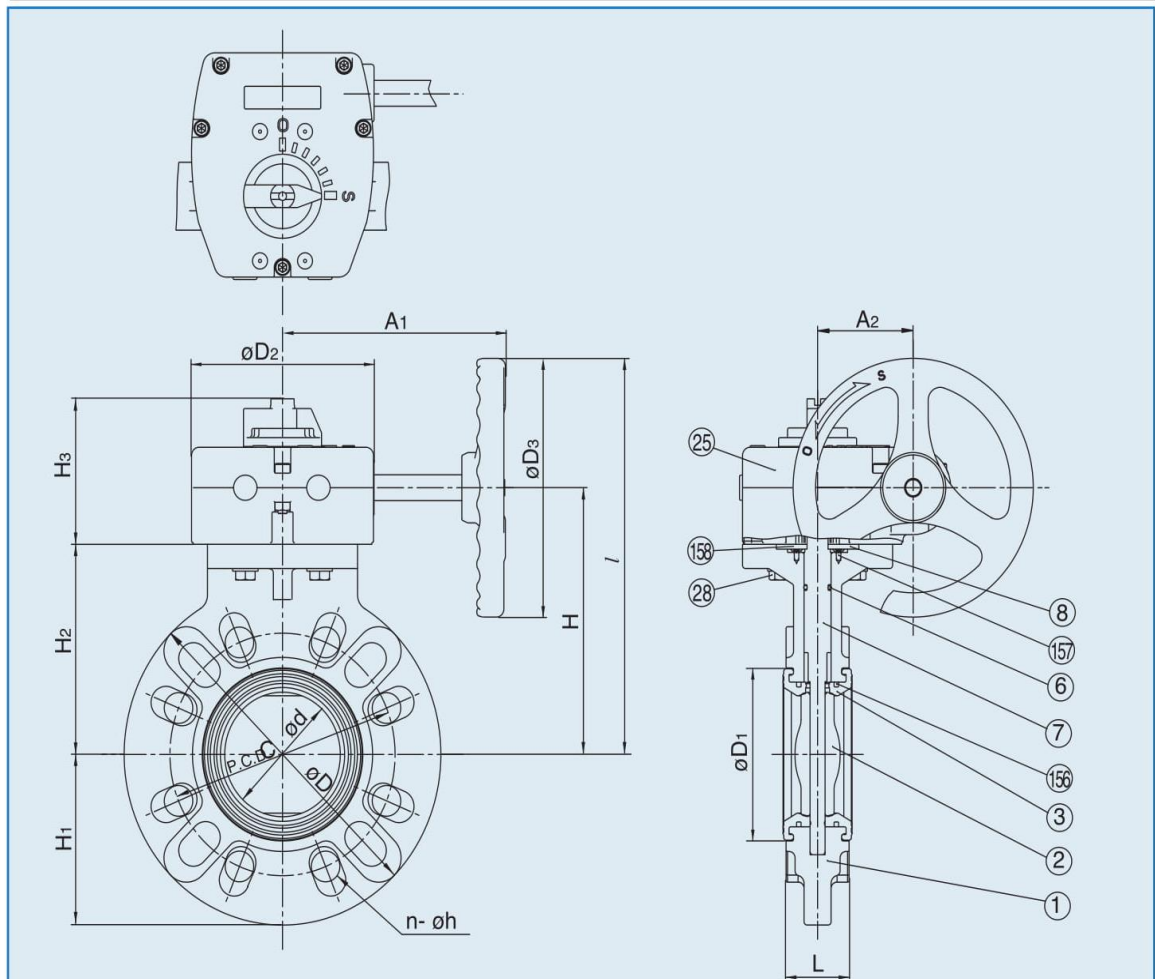
BODY		PVC			PP		PVDF				NOMINAL SIZE		PVC	PP	PVDF	NOMINAL SIZE		VACUUM SERVICE (INCHES OF MERCURY)
DISC		PP			PP		PVDF											
NOMINAL SIZE		30° F 120° F	121° F 140° F	141° F 175° F	5° F 140° F	141° F 175° F	5° F 140° F	141° F 175° F	176° F 210° F	211° F 250° F	INCHES	mm	PVC	PP	PVDF	INCHES	mm	
INCHES	mm																	
1-1/2	40	150	70	30	150	100	150	100	85	75	1-1/2	40	3	3	3	1-1/2	40	-29.92
2	50	150	70	30	150	100	150	100	85	75	2	50	4	3	4	2	50	-29.92
2-1/2	65	150	70	30	150	100	150	100	85	75	2-1/2	65	4	3	4	2-1/2	65	-29.92
3	80	150	70	30	150	100	150	100	85	75	3	80	5	4	5	3	80	-29.92
4	100	150	45	30	150	100	150	100	85	75	4	100	6	5	7	4	100	-29.92
5	125	150	45	30	150	100	150	100	85	75	5	125	11	9	13	5	125	-29.92
6	150	150	45	30	150	100	150	100	85	75	6	150	13	10	15	6	150	-29.92
8	200	150	40	20	150	85	150	85	75	60	8	200	21	16	25	8	200	-29.92

* For lug style data consult factory.

* FKM seat butterfly valves have a lower temperature limit of 23° F

www.asahi-america.com • asahi@asahi-america.com • Tel: 800-343-3618 • 781-321-5409 • Fax: 800-426-7058

Type-57 – Gear Operated Butterfly Valves



Dimensions (Sizes 1-1/2" – 14") (in.)

NOMINAL SIZE		ANSI CLASS 150																Wheel Cycles	Gear Box Model No.
INCHES	mm	d	C	n	h	D	D1	D2	D3	L	H	H1	H2	H3	L	A1	A2		
1-1/2	40	1.77	3.88	4	0.62	5.91	2.83	4.8	6.30	1.54	5.12	2.95	3.74	3.54	8.27	6.57	2.52	9.5	241
2	50	2.20	4.75	4	0.75	6.50	3.23	4.8	6.30	1.65	5.51	3.25	4.13	3.54	8.66	6.57	2.52	9.5	
2-1/2	65	2.72	5.50	4	0.75	7.28	3.78	4.8	6.30	1.81	5.91	3.64	4.53	3.54	9.06	6.57	2.52	9.5	
3	80	3.03	6.00	4	0.75	8.31	4.17	4.8	6.30	1.81	6.50	4.15	5.12	3.54	9.65	6.57	2.52	9.5	
4	100	4.02	7.50	8	0.75	9.37	5.31	4.8	6.30	2.20	7.09	4.69	5.71	3.54	10.24	6.57	2.52	9.5	
5	125	5.08	8.50	8	0.88	10.39	6.69	4.8	6.30	2.60	7.68	5.20	6.30	3.54	10.83	6.57	2.52	9.5	
6	150	5.91	9.50	8	0.88	11.22	7.52	4.8	6.30	2.80	8.27	5.61	6.89	3.54	11.42	6.57	2.52	9.5	
8	200	7.68	11.75	8	0.88	13.39	9.53	4.8	6.30	3.43	9.49	6.69	8.11	3.54	12.64	6.57	2.52	9.5	243
10	250	9.84	14.25	12	1.00	16.57	11.89	4.8	6.30	4.33	10.87	8.31	9.49	3.62	14.02	6.57	2.52	9.5	
12	300	11.93	17.00	12	1.00	19.21	14.17	7.4	11.81	5.08	13.39	9.61	11.73	4.25	19.29	10.71	3.90	9.5	
14	350	13.82	18.75	12	1.12	21.22	15.47	7.4	11.81	5.08	14.45	10.63	12.80	4.25	20.35	10.71	3.90	9.5	

Type-57 – Gear Operated Butterfly Valves

Parts List (Gear: Sizes 1-1/2" – 14")

PARTS			
NO.	DESCRIPTION	PCS.	MATERIAL
1	Body	1	PVC, PP, PVDF
2	Disc	1	PVC, CPVC, PP, PVDF
3	Seat	1	EPDM, FKM, NBR
6	O-Ring (C)	1	EPDM, FKM, NBR
7	Stem	1	Stainless Steel 316
8	Stem Retainer	1	PP
25	Gear Box	1	Plasgear™
28	Bolt (C)	4	Stainless Steel 304
156	Liner Stabilization Ring	2	Stainless Steel (SCS13)
157	Screw (F)	4	Stainless Steel 304
158	Gasket	1	EPDM

Sample Specification

All solid thermoplastic butterfly valves sizes 1-1/2" through 14" shall be of the Type-57 lined body design and bubble-tight seal (meeting or exceeding Class VI as defined by American National Standard Institute) with only the liner and disc as wetted parts. The lever handle (sizes 1-1/2" thru 8") shall have a molded provision for a padlock. Gear operators shall be worm gear design, self-locking Plasgear™. The spherical disc design for higher Cv values shall be of solid, abrasion resistant plastic. Liner shall be molded and formed around the body, functioning as gasket seals with convex ring design on each side of the valve for lower bolt tightening torque and valve body shall have molded body stops and seat relief area to prevent over tightening of mating flanges. Stem shall be of 316 stainless steel, non-wetted, have engagement over the full length of the disc and be locked into valve body by PP stem retainer. Valves shall have a molded ISO bolt pattern on top flange for actuator mount. PVC shall conform to ASTM D1784 Cell Classification 12454A, PP conforming to ASTM D4101 Cell Classification PP0210B67272, and PVDF conforming to ASTM D 3222 Cell Classification Type II. All PVC, PP and PVDF body valves shall be rated to 150psi at 70° F, sizes 1-1/2" through 10" and 100psi for sizes 12" and 14". Butterfly valves shall be wafer style, as manufactured by Asahi/America, Inc.

Troubleshooting

What if fluid still flows when the valve is closed?

1. Make sure lever or gear is in a fully closed position (gear type may require travel stop adjustment).
2. Liner is damaged or worn. Replace liner.
3. Disc is damaged or abraded. Change disc.
4. Foreign material is caught between seat and disc. Remove the substance.
5. Mating flange bolts either overtightened or unevenly tightened. Retighten properly.

What if fluid leaks outside between seat and mating flange?

1. Seat damage. Change seat.
2. Mating flange bolts not tightened with proper torque or unevenly tightened. Retighten to the appropriate torque.

What if valve does not operate smoothly?

1. Foreign material is caught between disc and seat. Remove the material and clean.
2. Lever or gearbox is damaged. Replace.
3. Mating flange bolts overtightened. Retighten.

Caution

- Never remove valve from pipeline under pressure.
- Always wear protective gloves and goggles.

Cv Values

NOMINAL SIZE		30°		60°		90°	
INCHES	mm						
8	200	150	1525	2500			
10	250	232	2355	3860			
12	300	342	3477	5700			
14	350	386	3928	6440			

Pressure vs. Temperature (psi, water, non-shock)* Wt. (lbs.) / Vacuum Service

BODY		PVC				PP		PVDF			
DISC		PP				PP		PVDF			
NOMINAL SIZE		30° F	121° F	141° F	5° F	141° F	5° F	141° F	176° F	211° F	
INCHES	mm	120° F	140° F	175° F	140° F	175° F	140° F	175° F	210° F	250° F	
8	200	150	40	20	150	85	150	85	75	60	
10	250	150	40	20	150	85	150	85	75	60	
12	300	100	30	15	100	60	100	60	45	30	
14	350	100	30	7	100	45	100	45	30	15	

NOMINAL SIZE		PVC		PP		PVDF	
INCHES	mm						
8	200	24	20	28			
10	250	33	27	41			
12	300	62	53	76			
14	350	67	58	81			

NOMINAL SIZE		VACUUM SERVICE (INCHES OF MERCURY)	
INCHES	mm		
8	200	-29.92	
10	250	-29.92	
12	300	-23.62	
14	350	-23.62	

* For lug style data consult factory.

* FKM seat butterfly valves have a lower temperature limit of 23° F

www.asahi-america.com • asahi@asahi-america.com • Tel: 800-343-3618 • 781-321-5409 • Fax: 800-426-7058

ANEXO N°4: FICHA TÉCNICA DEL PLC 1214C

Spare part SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, compact CPU,
DC/DC/DC, onboard I/O: 14 DI 24 V DC; 10 DO 24 V DC; 2 AI 0-10
V DC, Power supply: DC 20.4-28.8V DC, Program/data memory 50
KB



General information	
Product type designation	CPU 1214C DC/DC/DC
Engineering with	
• Programming package	STEP 7 V10.5 or higher
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Load voltage L+	
• Rated value (DC)	24 V
• permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
• permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Input current	
Current consumption, max.	1.5 A; 24 V DC
Inrush current, max.	12 A; at 28.8 V DC
Output current	

for backplane bus (5 V DC), max.	1 600 mA; Max. 5 V DC for SM and CM
Encoder supply	
24 V encoder supply	
• 24 V	Permissible range: 20.4V to 28.8V
Power loss	
Power loss, typ.	12 W
Memory	
Work memory	
• integrated	50 kbyte
• expandable	No
Load memory	
• integrated	2 Mbyte
• Plug-in (SIMATIC Memory Card), max.	24 Mbyte; with SIMATIC memory card
Backup	
• present	Yes; Entire project maintenance-free in the integral EEPROM
• without battery	Yes
CPU processing times	
for bit operations, typ.	0.1 µs; / Operation
for word operations, typ.	12 µs; / Operation
for floating point arithmetic, typ.	18 µs; / Operation
CPU-blocks	
Number of blocks (total)	DBs, FCs, FBs, counters and timers. The maximum number of addressable blocks ranges from 1 to 65535. There is no restriction, the entire working memory can be used
OB	
• Number, max.	Limited only by RAM for code
Data areas and their retentivity	
Retentive data area (incl. timers, counters, flags), max.	2 048 byte
Flag	
• Number, max.	8 kbyte; Size of bit memory address area
Address area	
I/O address area	
• Inputs	1 024 byte
• Outputs	1 024 byte
Process image	
• Inputs, adjustable	1 kbyte
• Outputs, adjustable	1 kbyte
Hardware configuration	
Number of modules per system, max.	3 comm. modules, 1 signal board, 8 signal modules

Time of day	
Clock	
• Hardware clock (real-time)	Yes
• Backup time	240 h; Typical
• Deviation per day, max.	±60 s/month at 25 °C
Digital inputs	
Number of digital inputs	14; Integrated
• of which inputs usable for technological functions	6; HSC (High Speed Counting)
Source/sink input	Yes
Input voltage	
• Rated value (DC)	24 V
• for signal "0"	5 V DC at 1 mA
• for signal "1"	15 V DC at 2.5 mA
Input current	
• for signal "1", typ.	1 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— parameterizable	0.2 ms, 0.4 ms, 0.8 ms, 1.6 ms, 3.2 ms, 6.4 ms and 12.8 ms, selectable in groups of four
— at "0" to "1", min.	0.2 ms
— at "0" to "1", max.	12.8 ms
for interrupt inputs	
— parameterizable	Yes
for technological functions	
— parameterizable	Single phase: 3 at 100 kHz & 1 at 30 kHz, differential: 3 at 80 kHz & 1 at 30 kHz
Cable length	
• shielded, max.	500 m; 50 m for technological functions
• unshielded, max.	300 m; For technological functions: No
Digital outputs	
Number of digital outputs	10
• of which high-speed outputs	2; 100 kHz Pulse Train Output
Short-circuit protection	No; to be provided externally
Limitation of inductive shutdown voltage to	L+ (-48 V)
Switching capacity of the outputs	
• with resistive load, max.	0.5 A
• on lamp load, max.	5 W
Output voltage	
• for signal "1", min.	20 V
Output current	

• for signal "1" rated value	0.5 A
• for signal "0" residual current, max.	0.1 mA
Output delay with resistive load	
• "0" to "1", max.	1 µs
• "1" to "0", max.	5 µs
Switching frequency	
• of the pulse outputs, with resistive load, max.	100 kHz
Cable length	
• shielded, max.	500 m
• unshielded, max.	150 m
Analog inputs	
Number of analog inputs	2
Input ranges	
• Voltage	Yes
Input ranges (rated values), voltages	
• 0 to +10 V	Yes
• Input resistance (0 to 10 V)	≥100k ohms
Cable length	
• shielded, max.	100 m; twisted and shielded
Analog outputs	
Number of analog outputs	0
Cable length	
• shielded, max.	100 m; shielded, twisted pair
Analog value generation for the inputs	
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	10 bit
• Integration time, parameterizable	Yes
• Conversion time (per channel)	625 µs
Encoder	
Connectable encoders	
• 2-wire sensor	Yes
1. Interface	
Interface type	PROFINET
Physics	Ethernet
Isolated	Yes
automatic detection of transmission rate	Yes
Autonegotiation	Yes
Autocrossing	Yes
Protocols	

• PROFINET IO Controller	Yes
Protocols	
Supports protocol for PROFINET IO	No
PROFIBUS	No
AS-Interface	No
Protocols (Ethernet)	
• TCP/IP	Yes
Open IE communication	
• TCP/IP	Yes
• ISO-on-TCP (RFC1006)	Yes
Web server	
• supported	Yes
• User-defined websites	Yes
Further protocols	
• MODBUS	No
Communication functions	
S7 communication	
• supported	Yes
• as server	Yes
Number of connections	
• overall	15; dynamically
Test commissioning functions	
Status/control	
• Status/control variable	Yes
• Variables	Inputs/outputs, memory bits, DBs, distributed I/Os, timers, counters
Forcing	
• Forcing	Yes
Integrated Functions	
Number of counters	6
Counting frequency (counter) max.	100 kHz
Frequency measurement	Yes
controlled positioning	Yes
PID controller	Yes
Number of alarm inputs	4
Number of pulse outputs	2
Limit frequency (pulse)	100 kHz
Potential separation	
Potential separation digital inputs	
• Potential separation digital inputs	No
• between the channels, in groups of	1

Potential separation digital outputs	
• Potential separation digital outputs	Yes
• between the channels	No
• between the channels, in groups of	2
Permissible potential difference	
between different circuits	500 V DC between 24 V DC and 5 V DC
EMC	
Interference immunity against discharge of static electricity	
• Interference immunity against discharge of static electricity acc. to IEC 61000-4-2	Yes
— Test voltage at air discharge	8 kV
— Test voltage at contact discharge	6 kV
Interference immunity to cable-borne interference	
• Interference immunity on supply lines acc. to IEC 61000-4-4	Yes
• Interference immunity on signal cables acc. to IEC 61000-4-4	Yes
Interference immunity against voltage surge	
• on the supply lines acc. to IEC 61000-4-5	Yes
Interference immunity against conducted variable disturbance induced by high-frequency fields	
• Interference immunity against high-frequency radiation acc. to IEC 61000-4-6	Yes
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Limit class A, for use in industrial areas	Yes; Group 1
• Limit class B, for use in residential areas	Yes; When appropriate measures are used to ensure compliance with the limits for Class B according to EN 55011
Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
cULus	Yes
FM approval	Yes
RCM (formerly C-TICK)	Yes
Ambient conditions	
Free fall	
• Fall height, max.	0.3 m; five times, in product package
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
• horizontal installation, min.	0 °C

• horizontal installation, max.	55 °C
• vertical installation, min.	0 °C
• vertical installation, max.	45 °C
• permissible temperature change	5°C to 55°C, 3°C / minute
Ambient temperature during storage/transportation	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
Air pressure acc. to IEC 60068-2-13	
• Operation, min.	795 hPa
• Operation, max.	1 080 hPa
• Storage/transport, min.	660 hPa
• Storage/transport, max.	1 080 hPa
Altitude during operation relating to sea level	
• Installation altitude, min.	-1 000 m
• Installation altitude, max.	2 000 m
Relative humidity	
• Operation, max.	95 %; no condensation
Vibrations	
• Vibration resistance during operation acc. to IEC 60068-2-6	2 g (m/s²) wall mounting, 1 g (m/s²) DIN rail
• Operation, tested according to IEC 60068-2-6	Yes
Shock testing	
• tested according to IEC 60068-2-27	Yes; IEC 68, Part 2-27 half-sine: strength of the shock 15 g (peak value), duration 11 ms
Pollutant concentrations	
• SO2 at RH < 60% without condensation	SO2: < 0.5 ppm; H2S: < 0.1 ppm; RH < 60% condensation-free
Configuration	
Programming	
Programming language	
— LAD	Yes
— FBD	Yes
— SCL	Yes
Cycle time monitoring	
• adjustable	Yes
Dimensions	
Width	110 mm
Height	100 mm
Depth	75 mm
Weights	
Weight, approx.	415 g

last modified:

07/17/2018 


**ANEXO N° 5: FICHA TÉCNICA DEL
MÓDULO SM1221**

Spare part SIMATIC S7-1200, Digital input SM 1221, 8 DI, 24 V DC, Sink/Source



General information	
Product type designation	SM 1221, DI 8x24 V DC
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 24 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	20.4 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V
Input current	
from backplane bus 5 V DC, max.	105 mA
Digital inputs	
• from load voltage L+ (without load), max.	4 mA; per channel
Output voltage	
Power supply to the transmitters	
• present	Yes
Power loss	
Power loss, typ.	1.5 W
Digital inputs	

Number of digital inputs	8
• in groups of	2
Input characteristic curve in accordance with IEC 61131, type 1	Yes
Number of simultaneously controllable inputs	
all mounting positions	
— up to 40 °C, max.	8
horizontal installation	
— up to 40 °C, max.	8
— up to 50 °C, max.	8
vertical installation	
— up to 40 °C, max.	8
Input voltage	
• Type of input voltage	DC
• Rated value (DC)	24 V
• for signal "0"	5 V DC at 1 mA
• for signal "1"	15 V DC at 2.5 mA
Input current	
• for signal "0", max. (permissible quiescent current)	1 mA
• for signal "1", min.	2.5 mA
• for signal "1", typ.	4 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— parameterizable	Yes; 0.2 ms, 0.4 ms, 0.8 ms, 1.6 ms, 3.2 ms, 6.4 ms and 12.8 ms, selectable in groups of four
for interrupt inputs	
— parameterizable	Yes
Cable length	
• shielded, max.	500 m
• unshielded, max.	300 m
Interrupts/diagnostics/status information	
Alarms	Yes
Diagnostic functions	Yes
Alarms	
• Diagnostic alarm	Yes
Diagnostics indication LED	
• for status of the inputs	Yes
• for maintenance	Yes
Potential separation	
Potential separation digital inputs	
• between the channels, in groups of	2

Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
FM approval	Yes
RCM (formerly C-TICK)	Yes
Ambient conditions	
Free fall	
• Fall height, max.	0.3 m; five times, in product package
Ambient temperature during operation	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
• horizontal installation, min.	0 °C
• horizontal installation, max.	55 °C
• vertical installation, min.	0 °C
• vertical installation, max.	45 °C
• permissible temperature change	5°C to 55°C, 3°C / minute
Ambient temperature during storage/transportation	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
Air pressure acc. to IEC 60068-2-13	
• Storage/transport, min.	660 hPa
• Storage/transport, max.	1 080 hPa
Relative humidity	
• Operation at 25 °C without condensation, max.	95 %
Connection method	
required front connector	Yes
Mechanics/material	
Enclosure material (front)	
• Plastic	Yes
Dimensions	
Width	45 mm
Height	100 mm
Depth	75 mm
Weights	
Weight, approx.	170 g
last modified:	07/16/2018 

**ANEXO N° 6: FICHA TÉCNICA DEL
MÓDULO SM1234**


SIMATIC S7-1200, analog I/O SM 1234, 4 AI/2 AO, +/-10 V, 14-bit resolution or 0 (4)-20mA, 13-bit resolution



General information	
Product type designation	SM 1234, AI 4x13 bit/AQ 2x14 bit
Supply voltage	
Rated value (DC)	
• 24 V DC	Yes
Input current	
Current consumption, typ.	60 mA
from backplane bus 5 V DC, typ.	80 mA
Power loss	
Power loss, typ.	2 W
Analog inputs	
Number of analog inputs	4; Current or voltage differential inputs
permissible input voltage for voltage input (destruction limit), max.	35 V
permissible input current for current input (destruction limit), max.	40 mA
Cycle time (all channels) max.	625 µs
Input ranges	

• Voltage	Yes; $\pm 10\text{V}$, $\pm 5\text{V}$, $\pm 2.5\text{V}$
• Current	Yes; 4 to 20 mA, 0 to 20 mA
• Thermocouple	No
• Resistance thermometer	No
• Resistance	No
Input ranges (rated values), voltages	
• -10 V to +10 V	Yes
• Input resistance (-10 V to +10 V)	$\geq 9\text{ MOhm}$
• -2.5 V to +2.5 V	Yes
• Input resistance (-2.5 V to +2.5 V)	$\geq 9\text{ MOhm}$
• -5 V to +5 V	Yes
• Input resistance (-5 V to +5 V)	$\geq 9\text{ MOhm}$
Input ranges (rated values), currents	
• 0 to 20 mA	Yes
• Input resistance (0 to 20 mA)	$280\ \Omega$
• 4 mA to 20 mA	Yes
Analog outputs	
Number of analog outputs	2; Current or voltage
Output ranges, voltage	
• -10 V to +10 V	Yes
Output ranges, current	
• 0 to 20 mA	Yes
• 4 mA to 20 mA	Yes
Load impedance (in rated range of output)	
• with voltage outputs, min.	$1\ 000\ \Omega$
• with current outputs, max.	$600\ \Omega$
Cable length	
• shielded, max.	100 m; shielded, twisted pair
Analog value generation for the inputs	
Measurement principle	Differential
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	12 bit; + sign
• Integration time, parameterizable	Yes
• Interference voltage suppression for interference frequency f_1 in Hz	40 dB, DC to 60 V for interference frequency 50 / 60 Hz
Smoothing of measured values	
• parameterizable	Yes
• Step: None	Yes
• Step: low	Yes
• Step: Medium	Yes

• Step: High	Yes
Analog value generation for the outputs	
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution (incl. overrange)	Voltage: 14 bit; Current : 13 bit
Errors/accuracies	
Temperature error (relative to input range), (+/-)	25 °C ±0.1%, to 55 °C ±0.2% total measurement range
Temperature error (relative to output range), (+/-)	25 °C ±0.3%, to 55 °C ±0.6% total measurement range
Basic error limit (operational limit at 25 °C)	
• Voltage, relative to input range, (+/-)	0.1 %
• Current, relative to input range, (+/-)	0.1 %
• Voltage, relative to output range, (+/-)	0.3 %
• Current, relative to output range, (+/-)	0.3 %
Interference voltage suppression for $f = n \times (f_1 \pm 1 \%)$, f_1 = interference frequency	
• Common mode voltage, max.	12 V
Interrupts/diagnostics/status information	
Alarms	Yes
Diagnostic functions	Yes
Alarms	
• Diagnostic alarm	Yes
Diagnostic messages	
• Monitoring the supply voltage	Yes
• Wire-break	Yes
• Short-circuit	Yes
Diagnostics indication LED	
• for status of the inputs	Yes
• for status of the outputs	Yes
• for maintenance	Yes
Potential separation	
Potential separation analog outputs	
• between the channels and the power supply of the electronics	No
Degree and class of protection	
Degree of protection acc. to EN 60529	
• IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CE mark	Yes
CSA approval	Yes
FM approval	Yes
RCM (formerly C-TICK)	Yes
Marine approval	Yes

Ambient conditions	
Free fall	
• Fall height, max.	0.3 m; five times, in product package
Ambient temperature during operation	
• min.	-20 °C
• max.	60 °C
• horizontal installation, min.	-20 °C
• horizontal installation, max.	60 °C
• vertical installation, min.	-20 °C
• vertical installation, max.	50 °C
Ambient temperature during storage/transportation	
• min.	-40 °C
• max.	70 °C
Air pressure acc. to IEC 60068-2-13	
• Operation, min.	795 hPa
• Operation, max.	1 080 hPa
• Storage/transport, min.	660 hPa
• Storage/transport, max.	1 080 hPa
Relative humidity	
• Operation at 25 °C without condensation, max.	95 %
Pollutant concentrations	
• SO ₂ at RH < 60% without condensation	SO ₂ : < 0.5 ppm; H ₂ S: < 0.1 ppm; RH < 60% condensation-free
Connection method	
required front connector	Yes
Mechanics/material	
Enclosure material (front)	
• Plastic	Yes
Dimensions	
Width	45 mm
Height	100 mm
Depth	75 mm
Weights	
Weight, approx.	220 g
last modified:	07/17/2018 

ANEXO N° 7: FORMATO OCIN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
OFICINA CENTRAL DE INVESTIGACIÓN



REGISTRO REGIONAL DE TRABAJOS DE INVESTIGACION Y PROYECTOS DE
TESIS

FORMATO N° 1

1.- Apellidos y Nombres del Graduando: KELLY PÉREZ LÓPEZ

2.- Título del Proyecto de Investigación :

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DEL DESPACHO DEL ÁCIDO CLORHÍDRICO PARA
MEJORAR EL CONTROL DE ENTREGA EN LOS CAMIONES CISTERNAS PARA LA EMPRESA
QUIMPAC S.A. – PARAMONGA"

3.- Patrocinador/Director/Asesor : MSC. FERNANDO MADRID GUEVARA

4.- Contenido (Resumen 10 Líneas) :

Este proyecto que se propone nace como fruto de la evaluación y posterior análisis de las actividades manuales realizadas, para el despacho de ácido clorhídrico. Para ello se establece una serie de actividades orientadas principalmente a mantener un control profundo de los despachos de este producto en la empresa Quimpac S.A, de esta manera se reducirá los tiempos de despacho, eliminará pérdidas económicas del producto por rebalse en cisterna o por sobrepasar consigna de despacho en la entrega, disminuirá el contacto del agente tóxico y se obtendrá un histórico de los indicadores totalizados del producto por día el cual se visualizará desde un HMI garantizando que las cantidades despachadas coincidan con el nivel actual del tanque de almacenamiento del producto. El desarrollo de esta investigación, permitirá aumentar conocimientos sobre diseño y programación de un sistema para el control exacto de producto. Así mismo, el desarrollo de este proyecto permitirá que los operadores nuevos que no cuentan con experiencia sean capaces de adaptarse y manejar el sistema en poco tiempo.

5.- Grado Académico o Título Profesional: Título Profesional

6.- Universidad: Universidad Nacional de Piura

7.- Facultad: INGENIERIA INDUSTRIAL

8.- Escuela o Unidad de Pre o Post Grado: INGENIERIA MECATRÓNICA

10.- Cotejo en la Base de Datos de la Oficina Central de Investigación

11.- Fecha: 23 de Julio 2018




Dra. ALINA DEL PILAR ANTON CHAVEZ
Jefa de la Oficina Central de Investigación

UNP-VRI-OCIN-DJ-N°0369-2018